GP 3

ISSN 0337 5587

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Centre de Recherches Antilles Guyane françaises

AMÉLIORATION des PLANTES
29. AVR 1979
VERSAILLES

NOUVELLES AGRONOMIQUES DES ANTILLES ET DE LA GUYANE

UNITÉ CENTRALE DE VERSAILLES

XIVe CONGRÈS

Société Intercaraïbe pour les Plantes Alimentaires

"CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY"

XIV th MEETING

TOME II

1977

NAA-21

INRA

Vol. 3 . N° 3/4

Guadeloupe Martinique Juin Juillet 1977

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 1977.

XIVe Congrès de la / *Meeting of* | Caribbean Food Crop Society

Guadeloupe - Martinique, Juin Juillet 1977

Tome II

Table des Matières

Contents

413 S.H. MANTELL, C.A.R.D.I., Barbados
Three rapid propagation methods for multiplication of *Dioscorea alata* L. clones.

Discussion

Session 7

Président de séance
Chairman F.A. DEL PRADO
A.E.S., Surinam

428 A. MIGLIORI, I.N.R.A., Guadeloupe
Maladies à virus de l'Igname *Dioscorea sp.*

436 G. MARCHOUX, I.N.R.A., Guadeloupe
Virus des plantes alimentaires en zone caraïbe

Discussion

455 A. KERMARREC, C. SCOTTO LA MASSESE
A. ANAIS, I.N.R.A., Guadeloupe et France (Antibes)
Nématodes phytophages liés aux principales cultures vivrières des Antilles Françaises

473 G. MALATO, A. KERMARREC, J.M. TROUP
P.V. et I.N.R.A., Guadeloupe
Données biogéographiques nouvelles sur l'invasion de la Guadeloupe par *Acromyrmex octospinosus* et perspectives de contrôle.

pour les spécialistes de l'élevage

for the animal husbandry specialists

493 M. YASEEN, C.I.B.C., Trinidad
Preleminary studies in the development of a pest

502 P. DELATRE, J.P. TORREGROSSA,
I.N.R.A. Guadeloupe
Bases écologiques d'un programme de lutte contre le trips de la rouille du babanier : *Chaetanaphothrips signipennis*.

509 M. YASEEN, C.I.B.C., Trinidad
Establishment of two introduced parasites of *Plutella xylostella* in Trinidad, W.I.

Visite du
Visit of the

Domaine de Gardel

pour les spécialistes de l'élevage

for the animal husbandry specialists

MERCREDI 29

Wednesday

Visite en GUADELOUPE

- I.N.R.A., Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane

- Exploitations maraîchères - *Vegetable farming*

- Déjeuner (Basse-Terre ou Saint-Claude)
Lunch

- I.R.F.A., Domaine de Neuf Château.

-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-

Communications supplémentaires
Supplementary communications

513 A.C. BREWER , C.A.R.D.I., Barbados
Beyond the randomized complete block : new statistical concepts for the design and analysis of field experiments.

523 Ronald M. BARROW, Ministry of Agriculture, Trinidad.
Insect fauna of sorrel *(Hibiscus sabdariffa)*

525 L. AGENOR, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, Haïti.
Notes de recherches sur le Maïs en Haïti.

MARTINIQUE

Hôtel Méridien - Trois Ilets

JEUDI 30 JUIN 1977

Thursday

Session 8

Président de séance
Chairman G. GABRIEL, Vice-Président C.F.C.S.

Allocution d'accueil
Welcome message

M. le Président de la Chambre d'Agriculture de la Martinique

535 AUDINAY, SUAD, DES ETAGES, SAFEM, Martinique
Problèmes de commercialisation des productions maraîchères et fruitières à la Martinique.

545 R.H. WALTER, Cornell University U.S.A.
Yam processing technology.

549 A. RODRIGUEZ NODALS, C.E.M.S.A., Cuba
Comparative studies of Sweet Potatoe *Ipomea batatas* dones of Cuba and Guadeloupe.

553 G. MANGUAL-CRESPO, U.P.R., Puerto-Rico
Effect of plant spacing and fertilizer levels on yield and dry weight of onions *Allium cepa* L. cv. Texas Grano 502.

Discussion.

Session 9

Président de séance
Chairman J.A. SPENCE, U.W.I., Trinidad

558 M. LUGO-LOPEZ U.P.R., Puerto-Rico
Effects of planting distance on yields and agronomic characteristics of Red Kidney and native White Beans on an oxisol.

564 A. AZAEL, I.I.C.A., Haïti
Quelques recherches sur les Haricots en Haïti.

569 H. TOUVIN, P. LENCREROT, I.N.R.A., Guadeloupe
Aspects génétiques et agronomiques de l'amélioration du rendement du *Vigna unguiculata*.

589 S.F.THOMAS, C.A.R.D.I., Trinidad
A model for programming the harvest of wet-season, yellow mature black-eye peas.

608 R.P. ARIYANAYAGAM, U.W.I., Trinidad
Breeding for year round production of Pigeon Peas.

Discussion.

Session 10

Président de séance
Chairman M. LUGO-LOPEZ, U.P.R., Puerto-Rico

615 P. DALY, M. SOITOUT, I.R.A.T., Martinique, F. KAAN, I.N.R.A., Guadeloupe
Développement de l'Aubergine aux Antilles Françaises : application des résultats de la recherche.

622 F. KAAN, I.N.R.A., Guadeloupe
Etat actuel et perspectives de l'utilisation de la résistance variétale pour lutter contre le flétrissement du à *Pseudomonas solancearum* chez la Tomate.

626 G. ANAIS, I.N.R.A., Guadeloupe
Pollinisation des Solanées maraîchères.

629 J.P. TORREGROSSA, I.N.R.A., Guadeloupe
Différenciation morphologique des soies scopales des pattes postérieures d'*Exomalopsis sp. (Apoïdea, Anthophoridae)* Etude au microscope électronique à balayage.

Discussion.

Session 11

Président de séance
Chairman J.F. TURENNE, O.R.S.T.O.M., Martinique

636 Dr G.C. Jackson, U.P.R., Puerto-Rico
Photography as a weed research aid.

639 P. DALY, I.R.A.T., Martinique
Problèmes posés par la lutte contre les adventices des cultures légumières en Martinique.

647 Dr G.C. JACKSON, U.P.R., Puerto-Rico
Secondary evaluation of new preemergence herbicides on Cabbage.

652 P. DALY, I.R.A.T., Martinique
Etude de quelques variétés de Choux Cabus.

Discussion.

659 F.E. CUEVAS-PEREZ, I.S.A., Santo-Domingo
Agronomic evaluation of Wheat production in the Dominican Republic.

668 Y. BERTIN, J.P. BLONDEAU, M. DORMOY, I.R.F.A., Martinique
Premiers résultats d'une étude d'analyse foliaire sur l'Avocatier "Lula" à la Martinique.

670 J.P. BLONDEAU, Y. BERTIN, I.R.F.A., Martinique
Carences provoquées en éléments majeurs chez la Grenadille *Passiflora edulis Sims*, "Flavicarpa".

Discussion.

Banquet de clôture, sous la Présidence de M. le Préfet de la Martinique.

VENDREDI 1er JUILLET 1977

Friday

Réunion du groupe de travail Igname
Yam study group Meeting C.F.C.S. - I.S.T.R.C.

Visite en MARTINIQUE :

- I.R.A.T., Lamentin
- Exploitation maraîchère
  Vegetable farming DE REYNAL (Vauclin)
- Station d'Irrigation (Sainte-Anne)
- Banane
- Elevage

SAMEDI 2 JUILLET 1977

Saturday

Session 12

Allocution du Président
Presidential Adress L. DEGRAS

Session Administrative *Business session*

Président de séance :
Chairman L. DEGRAS

Ordre du Jour :	*Agenda :*
- Procès verbal du précédent Congrès	- Minutes of last
- Rapport du Secrétaire	- Secretary's Report meeting
- Rapport du Trésorier	- Treasurer's Report
- Rapport des Commissions	- Report of Subcommitees
- Election des membres du Bureau	- Election of Officers
- Tenue du prochain Congrès	- Venue of Next Meeting
- Questions diverses	- Any other business.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 413-427, 1977.

THREE TECHNIQUES FOR RAPID CLONAL PROPAGATION OF WHITE LISBON YAM (*DIOSCOREA ALATA* L.)

S.H. MANTELL (°) - S.Q. HAQUE (°)

INTRODUCTION

Techniques for rapid multiplication of vegetatively propagated crops are required when it is desirable to obtain a large number of plants from a limited amount of mother plant material within a relatively short space of time. Such situations are frequently encountered in plant introduction and selection work when only limited quantities of material may be available for propagation. Recently, these techniques have also proved invaluable in the production of disease-free planting material e.g. in the production of cassava clones free of Cassava Bacterial Blight (Cock et al., 1976) and a wide range of virus-free horticultural crops (Hollings, 1971).

Efforts are currently being made to free *Dioscorea alata* L. and other food yams of the Eastern Caribbean of the viruses described by Harrison and Roberts (1973), Mohamed and Mantell (1976) and Mohamed (1976) by means of meristem tip culture and heat therapy. Once virus-tested clones are produced there is a need for rapid multiplication of these in order to supply the large amount of tuber planting material required by commercial yam growers. The traditional method of propagation of *Dioscorea* spp. by means of 100-150 gm tuber setts, although satisfactory for full scale crop production, provides a relatively low and slow of multiplication (table 1). Also, this method is not suitable for comparatively small scale greenhouse operations. Therefore, attempts have been made to devise methods of rapid propagation of yam using Barbados clones of *D. alata cv.* White Lisbon. Three of the most promising techniques so far developed are described here.

1 - The split-node vine cutting technique

Several workers have investigated the possibility of using vine cuttings as a means of propagation of *Dioscorea* spp. e.g. *D. floribunda* Mart. and Gal. and *D. composita* Hemst. (Martin and Delpin, 1969), *D. rotundata* Poir. and *D. cayenensis* Lam. (Anon, 1974) and *D. dumentorum* (Kunth) Pax., *D. rotundata* and *D. alata* (Njoku, 1963). Results of these investigations have established that although complete plants can be produced from node cuttings, shoot, root and tuber production from these can be extremely variable. The latter situation has been attributed to differences in the age of the mother plant and original position of nodes on vines. In addition, tubers produced by cuttings are usually small and consequently unsuitable for direct field planting which has led to the

.../...

(°) Caribbean Agricultural Research and Development, Institute, Cave Hill Campus G.P.O. Box 64, Bridgetown, Barbados.

Table 1 - Levels of multiplication of *D. alata* achieved on a field scale in E. Caribbean using the traditional tuber sett method of propagation.

Mean Sett wt. (gm)	Mean tuber yield per plant (gm)	Mean level of Multiplication	Source
120	1540	13.3x	Table 4
125	2020	16.2x	Degras et al (1975)
142	2180	15.4x	Gooding et al (1968)
Mean 129	1913	15.0x	

suggestion that the nodal cutting method is most unlikely to be of any commercial interest for the growing of edible yams (Ferguson, 1972). However, even with the apparent disadvantages outlined above, it was considered that this method still had distinct potential as a specialised greenhouse method of rapid propagation, especially when it was observed that the number of nodes suitable for rooting on a single *D. alata* plant grown from a 120 gm sett can be in the order of 100-150. Therefore, the nodal cutting method was assessed as a rapid propagation technique for *D. alata*.

For adequate rooting of cuttings it was found that a mist propagation system was necessary. Results of an experiment in which single node cuttings taken from 15 week old vines of *D. alata cv.* White Lisbon (clones B 74 and B 75) were rooted in either tap water, washed coarse quarry sand (mean particle size 0.5-1.0 nm) or washed quarry sand under a wet-leaf operated mist propagator (Table 2), confirmed that mist propagation gave best rooting and that root growth of cuttings was better in coarse sand media than in tap water after 28 days. The number of rooted cuttings from a given quantity of vine material could be doubled by splitting single nodes in half, longituinally, with a sharp razor. Split node cuttings rooted in the same way as complete node cuttings (Table 3). Cuttings which were transplanted into 11 x 18 cm black plastic bags filled with a methyl bromide-sterilised 4 : 4 : 3 soil/sand/peat potting mixture and kept in a greenhouse, developed tubers after 12-14 weeks (Table 3). It was observed that even when little new shoot growth occurred, cuttings still produced tubers. Although these tended to be small, the latter remained viable since more than 70 per cent germinated when planted on moist sand capped with a 5-10 mm laver of moist peast in the following season. After germination, tubers were transplanted into 20 x 30 cm black plastic bags containing the above potting mixture and allowed to grow for 9-10 months in a greenhouse to produce larger tubers. Tuber production following this treatment was as follows : mean yield $\pm$ S.E. per plant was 164.2 $\pm$ 12.7 gm and mean tuber weight $\pm$ S.E. was 90.6 $\pm$ 8.2 gm. Therefore, it was possible to obtain tubers large enough to plant directly in the field after a two year propagation cycle using the split node cutting technique.

2 - <u>The mini sett scoring technique</u>

In order to increase the number of plants obtainable from a given amount of tuber material, setts smaller than those traditionally used could be planted. This type of procedure has been investigated by MATHURIN and DEGRAS (1974) and DEGRAS and MATHURIN (1975) who found that with setts as small as 25 gms, mean multiplication rates of 87 could be achieved. However, the rate of germination of these small setts was found to be slow and problems were experienced with rotting of sett tissues.

Pleliminary investigations using fungicide dips to control rotting were only partially successful (Anon, 1974) which suggested that rotting of 10-20 gm setts was probably enhanced by the length of time which these setts required to germinate. The use of a scoring method to induce bud formation similar in principle to that used in propagation of hyacinth and *Scilla* spp. (Hartman and Kester, 1975), was investigated. Skins of whole *D. alata cv.* White Lisbon (clone B 76/B 001) tubers were scored with a sharp scalpel to a depth of 10 mm into either 10 x 10, 20 or 50 x 50 mm squares at 4 weeks after harvesting. In this way, it was hoped to reduce the effect of apical dominance of the proximal end of tubers before normal bud differentiation occurred without the need for exposing

.../...

Table 2 - Rooting of two *D. alata cv.* White Lisbon clones B 74 and B 75 at 28 days after planting in tap water or sand.

Medium	% cuttings rooted	Mean root length (mm)	
		Clone B 74	Clone B 75
Tap water	[a]29.4a	6.9a	[b]6.2a
Coarse sand	35.4a	34.9b	31.5b
Coarse sand under mist	60.0b	39.8b	37.2b
Residual df	3	6	6
S.E. of mean	2.8	2.6	3.0
C.V. (%)	6.6	9.6	12.0

[a] Mean of 2 replicate batches of 96 cuttings each

[b] Mean of 4 blocks of 24 cuttings each

Means followed by similar letter when compared vertically were not significantly different (P = 0.05) using a Duncan's Multiple Range Test.

Table 3 - Effect of splitting single node cuttings of *D. alata cv.* White Lisbon (clone B 75) on rooting and tuber yield after 4 wks and 12 wks, respectively.

Cutting type	Per cent rooted	Tuber yield (gm)	Germination of tubers (%)
[a]Complete	64.6a	2.4a	77.1
[b]Split	63.7a	1.7a	
S.E. of mean with 3 df	9.4	0.3	
C.V. (%)	14.7	14.8	

[a] Means of 40 complete nodes

[b] Means of 80 split nodes

Means followed by similar letter were not significantly different (P = 0.05) when compared vertically.

tuber ground tissues. Scored tubers were kept in a dark chamber held at 90 per cent relative humidity for 10 weeks after which time scored tubers had developed as many buds as unscored tubers (fig. 1). At 12 weeks after scoring, tubers were broken up along the scored tissues into mini-setts. The latter were dipped in 8 per cent (v/v) aqueous solution of ethylene chlorohydrin for 5 min. before being planted in moist sand. After 28 days, as many of the mini-setts had germinated as 20 gm setts which had been cut from unscored tubers and treated in the same way (fig. 1). A further experiment was set up to determine the tuber yields which could be produced from mini-setts produced by the scoring method. *D. alata cv.* White Lisbon (clone B 76/B 001) tubers were scored at either 10 x 10, 20 x 20, 30 x 30 or 40 x 40 mm levels and after 10 weeks incubation broken into either 10, 20, 30 or 40 gm mini-setts, respectively. After germination in moist sand, mini-setts were planted directly into the field at Bullens Agricultural Research Station, St. James. The experiment was laid out in a randomised block design and setts planted on ridges at 0.5 x 0.7 M spacing. Plants were left unstaked and tuber yields assessed nine months after planting. Yield increased with increasing sett size but smaller mini-setts gave better multiplication rates than larger ones (table 4). These results which were consistent with those of MATHURIN and DEGRAS (1974), showed that a high multiplication rate was possible using mini-setts and that the rate of germination of mini-setts could be increased using the scoring technique.

3 - The micropropagation technique

The application of tissue culture methods in the clonal multiplication of plant species is termed micropropagation and many plant species have already been propagated using the technique (Murashige, 1974). Recently, a micropagation technique was developed for *D. alata* and *D. rotundata* using nodal vine segments taken from plants previously exposed to 16 hr photoperiods for four months as source material (Mantell et al., 1977). Nodal segments, 10-15 mm in length, were immersed briefly in 70 per cent (v/v) ethanol before surface sterilising in 0.52 per cent (v/v) sodium hypochlorite solution for 5 minutes. Sterilised nodal segments were washed in two changes of sterilised distilled water before placing on a culture medium. The medium (dispensed at 5 ml per McCartney bottle) consisted of 0.6 per cent agar, 2 per cent sucrose, 10 mg/1 myo-inositol 1 mg/1 thiamine and the mineral salts of Murashige and Skoog (1962). The pH of the medium was adjusted to 5.8-6.0 with HC1 or NaOH before autoclaving for 15 minutes at 1.25 kg cm^{-2} pressure. Mother plants and cultures were kept under light banks fitted with tropical daylight fluorescent and 40 W incandescent lamps producing and intensity of 1200-1400 Lux at plant level. The daily light period was 16 hr and day and night temperatures were kept at 27 $\pm$ 2°C. Under these conditions complete plantlets developed 3-5 weeks after excision. At this stage, plantlets could be successfully established in a steam-sterilised 4 : 4 : 3 peat/vermiculite/soil mixture. However, shoots produced by plantlets in culture were frequently multibranched bearing numerous leafy nodes separated by short internodes. Further multiplication of clones by dissection of cultures was, therefore, possible. Shoots of plantlets were split into 3-5 separate nodal segments (each bearing at least one leaflet) and transplanted onto fresh basal medium. After 14-20 days new multibranched plantlets developed and these were used to produce further generations of plantlets in a regular 14-20 day cycle (fig.2). Established plants were transferred to an insect-proof greenhouse and these produced 3-5 gm tubers per plant after three months. Tuber production was completed using methods similar to those described for the split-node cutting technique.

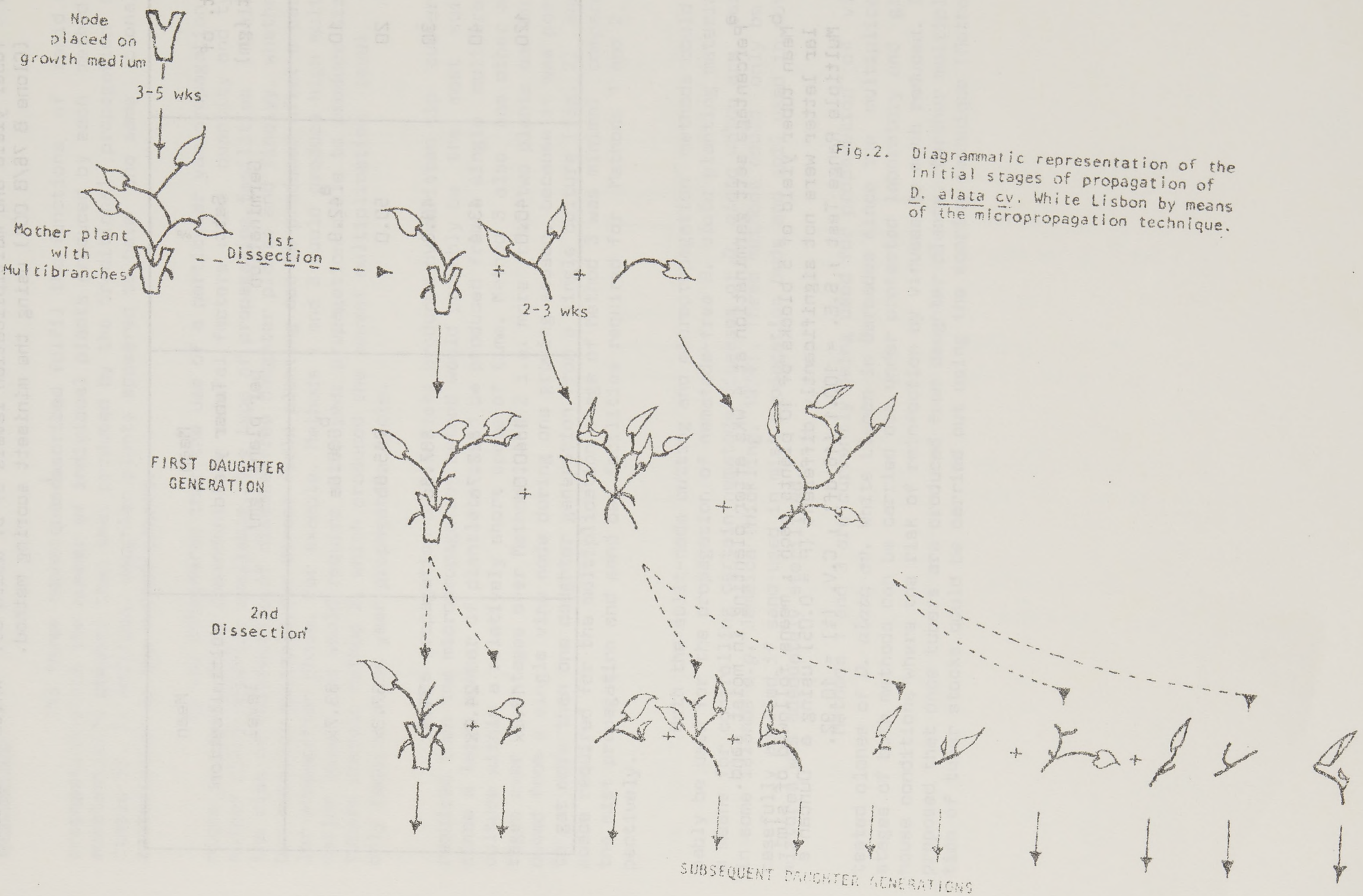


Fig.2. Diagrammatic representation of the initial stages of propagation of *D. alata* cv. White Lisbon by means of the micropropagation technique.

Table 4 - Tuber yield and multiplication levels of *D. alata cv.* White Lisbon (Clone B 76/B 001) using the minisett scoring method.

Wt. of sett (gm)	% Sett Germination	Mean Tuber yield per plant (gm)	Mean Multiplication level
10	[a]42.9	[b]636.8a	63.7x
20	50.0	745.9b	37.3x
30	43.6	837.8c	34.9x
40	43.4	822.7c	24.2x
120	40.0	1540.0d	13.3x

[a]Percentage sett germination at 4 wks after planting in moist sand.

[b]Mean tuber yield of 5 blocks of 10 plants each ; means followed of similar letter were not significantly different (P = 0.05) using a Duncan's Multiple Range Test ; S.E. = 100.1 (16 df) ; C.V. (%) = 10.92.

DISCUSSION

The three techniques described fulfil the functions of rapid clonal propagation since the number of individual plants produced by each method was substantially greater than that produced by the traditional propagation method (table 5). In addition, daughter plants appeared to have the same clonal characteristics as the mother plants.

It was considered that the use of a particular yam propagation technique is likely to be dependent upon several factors : the quantity and type of mother plant material available, the type of propagation facilities available, the risk of reinfection of disease-free daughter plants and finalyy, whether tuber material suitable for direct field planting can be produced after a particular propagation phase. For example, Methods 1 and 3 would produce high multiplication levels but would require a two year propagation cycle to produce sizeable tubers whereas Method 2, which produced the lowest multiplication level, would only require a one year propagation cycle.

Where propagation of plantlets produced by meristem tip culture is required then the micropropagation method would probably be the most suitable since a large number of plantlets could be produced from a single multibranched culture within a relatively short space of time. Method 3 also has other advantages over advantages over Method 1 and 2 i.e. more than two plants can be produced from a single vine node during one growing season, because it was possible to get more than one daughter generation from a single culture (fig. 2) and the space required for the multiplication stage of Method 3 was minimal compared to the mist propagation and sand bed facilities required for Methods 1 and 2, respectively.

Both the split-node cutting and micropropagation methods could probably be used for the propagation of nematode-free *D. alata* planting material as a means for controlling certain nematode diseases of *D. alata* which are serious in some islands *e.g.* Jamaica (Hickling, 1974). These methods could only be successfully applied if sand used in mist propagation beds and soil used in potting mixtures was adequately sterilised.

Methods 1 and 3 are currently being used for propagation of virus-tested clones of *D. alata cv.* White Lisbon in Barbados since the multiplication stages of both methods can be carried out under protected laboratory and greenhouse conditions where the risk of reinfection by viruses is much reduced. It is proposed that once tubers are produced from daughter plants, further multiplication of tuber stocks could be carried out using the scoring technique (Method 2).

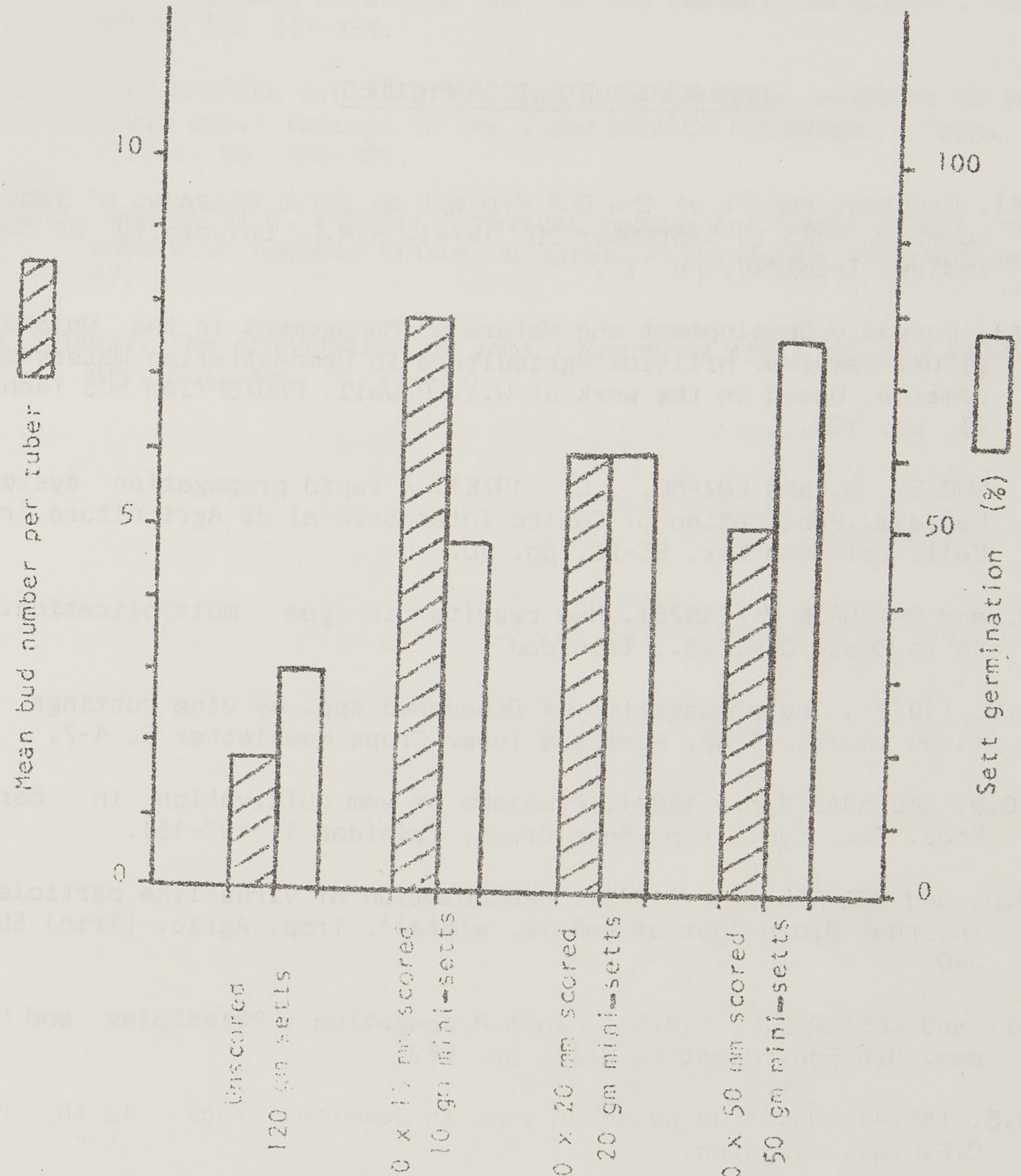
Table 5 - Predicted multiplication levels which could be achieved for *D. alata* *cv.* White Lisbon using rapid propagation techniques.

Method No.	Propagation technique	Multiplication Level	Seasons required to produce tubers for field planting
	Traditional (120 gm)	15 x	1
1	Split-node cutting	[a]160 x	2
2	Mini-setts (10 gm)	64 x	1
3	Micropropagation	[b]8,100x	2

[a]200 split nodes per mother plant, 60 per cent rooting of cuttings and 75 per cent germination of small tubers assumed.

[b]100 complete nodes per mother plant and four daughter generations assumed.

Fig. 1. Bud formation and germination of mini setts of *D. alata* cv. White Lisbon.



ACKNOWLEDGEMENTS

The technical assistance of Mr. A.P. Whitehall in the development of the micropropagation method and the valuable assistance of the Barbados Ministry of Agriculture is gratefully acknowledged.

This work formed part of research being carried out on the Yam Virus Project R 3218 which is sponsored by the Ministry of Overseas Development, U.K.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANON. (1974). Progress report of the ODA Project on Virus Diseases of Yams (October 1, 1973 to September 30, 1974). R.R.C. University of the West Indies, Trinidad, pp. 11.

ANON, (1974). Forestry Development and Watershed Management in the Upland Regions, Jamaica. Hillside Agriculture in Demonstration Watersheds in Jamaica, based on the work of W.I. Powell. FAO/SF/JAM 505 Tech. Rep. II, pp. 105.

COCK, J.H., WHOLEY, D. and LOZANO, J.C. (1976). A rapid propagation system for Cassava. Publication of Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia Ser. EE-20, pp. 10.

DEGRAS L.M. and MATHURIN P. (1975). New results in yam multiplication. Proc. 13 th Meet. C.F.C.S., Trinidad.

FERGUSON T.U. (1972). The propagation of *Dioscorea* spp. by vine cuttings - a critical review. Trop. Root and Tuber Crops Newsletter 5, 4-7.

GOODING E.G.B. and HOAD R.M. (1967). Problems of yam cultivation in Barbados. Proc. Int. Sym. Trop. Root Crops, Trinidad 1, 137-151.

HARRISON B.D. and ROBERTS I.M. (1973). 'Association of virus-like particles with Internal Brown Spot of yam *(D. alata)*'. Trop. Agric. (Trin) 50, 335-340.

HARTMAN H.I. and KESTER D.E. (1975). Plant Propagation : Principles and Practices. 3rd Edn. Prentice Hall. pp. 662.

HICKLING G.E. (1974). Nematode pests on yams in Jamaica. Proc. 12 th Meeting C.F.C.S., Kingston.

HOLLINGS M. (1971). Pathogen-free stock schemes - some problems in the production and use of virus-free planting material. Proc. Australian Pl. Path. Conf., Waite Inst., Univ. Adelaide, 1971. 4 (1), 1-9.

MANTELL S.H., HAQUE S.Q. and WHITEHALL A.P. (1977). 'Clonal multiplication of *Dioscorea alata* L. and *Dioscorea rotundata* Poir. yams by tissue culture'. (In press).

MARTIN F.W. and DELPIN H. (1969). Techniques and problems in the propagation of sapogenin-bearing yams from stem cuttings. J. Agric. Univ. P.r. 53, 191-8.

MATHURIN P. and DEGRAS L.M. (1974). Effects of division levels of seed tubers on yam (*D. alata*, *D. trifida*) germination and yield. Proc. 12 th Meet. C.F.C.S. Kingston.

MOHAMED N.A. (1976). Virus-like particles and cytoplasmic inclusions associated with diseased *Dioscorea* spp. in the Eastern Caribbean . Trop. Agric. (Trin) 53, 341-351.

MOHAMED N.A. and MANTELL S.H. (1976). Incidence of virus symptoms in yam *(Dioscorea* spp.) foliage in the Commonwealth Caribbean, Trop. Agric. (Trin). 53, 255-261.

MURASHIGE F. and SKOOG F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarium, 55, 473-97.

NJOKU E. (1963). The propagation of yams *(Dioscorea* spp.) by vine cuttings J.W. Afr. Sci. Ass. 1, 29-43.

SUMMARY

Three techniques for the rapid clonal propagation of White Lisbon yam (*Dioscorea alata* L.) are described according to the type of source material used *i.e.* split-node cuttings of vines, mini-setts of tubers and nodal segments of vines. The first two methods were carried out in a greenhouse whilst the third method required specialised tissue culture facilities. The relative merits of each technique, as comared to the traditional method of propagation, are discussed.

RESUME

TROIS TECHNIQUES POUR LA PROPAGATION CLONALE RAPIDE DE L'IGNAME "WHITE LISBON" (*DIOSCOREA ALATA* L.)

On décrit trois techniques pour la propagation clonale rapide de l'Igname "White Lisbon" (*Dioscorea alata* L.) selon le type de matériel utilisé c'est-à-dire des moitiés longitudinales de nœuds, des petits fragments de tubercules et des segments nodaux de tiges.

Les deux premiers méthodes ont été conduites sous serre tandis que la troisième a nécessité l'emploi de technique de culture de tisssus.

On discute les avantages relatifs de chaque technique en les comparant à la méthode de propagation traditionnelle.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 428-435, 1977.

MALADIE A VIRUS DE L'IGNAME (DIOSCOREA SP.)

A. MIGLIORI(°)

INTRODUCTION

Dans la zone Caraïbe, l'igname présente des symptômes foliaires et quelquefois racinaires qui suggèrent une affection virale. Cette maladie est présente dans plusieurs régions et sur plusieurs espèces, son observation est mentionnée par DEIGHTON (1936). Aux Antilles ADSUAR (1955) RUPPEL et al (1966) COURSEY (1967) ont marqué par leurs observations l'importance de cette affection virale chez *Dioscorea*. Depuis 1970, des travaux ont mis en évidence la complexité des virus infectant l'igname.

En Guadeloupe les symptômes sont surtout foliaires et il semble que *D. trifida* soit plus sensible à cette virose que les autres espèces. Aussi nous nous efforcerons de décrire les virus rencontrés chez *D. trifida* en Guadeloupe et et d'en discuter la position par rapport à ceux mentionés chez *Dioscorea*.

MATERIEL ET METHODES

Ce travail a été fait à partir de *Dioscorea trifida*. Le matériel virosé a été prélevé dans les cultures de l'Amélioration des Plantes, le matériel sain est issu de graine.

Purification du virus

Elle a été réalisée à partir de feuilles présentant des symptômes plus ou moins graves. Les opérations se déroulent de la façon suivante :

- Broyage au mixer type Waring Blendor
  1 gramme de feuille pour 8 millilitres de phosphore disodique 0,01M (contenant 0,1 % d'acide thioglycollique + 0,3 % d'acide citrique).

- Filtration sur tissu

- Centrifugation 10' à 5000 RPM à l'aide d'un rotor SS - 34, Centrifugeuse Sorval type RC 2 - B.

- Récupération des surnageants et traitement au Polyéthylène glycool 6000 (PEG) à 5 % et au chlorure de sodium 2 %.

.../...

(°) Station de Pathologie Végétale, I.N.R.A. - Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - PETIT-BOURG (Guadeloupe)

Tableau 1 - Répartition des virus de l'Igname aux Antilles
(Distribution of yam virus in the Caribbean Islands)

REGIONS	ESPECES	SYMPTOMES	PARTICULES	INCLUSIONS PINWHEEL	AUTEURS
PORTO-RICO	*D. Floribunda*	Mosaïque *Green - banding*	395 - 445 nm 690 - 755 nm	- ? +	LAWSON et al 1971
	D. Floribunda *D. Composita*	Latent	395 - 445 nm	-	WATERWORTH et al 1973
TRINIDAD		Mosaïque Tâches brunes internes des tubercules	760 nm 130 x 39 nm		HARISSON ET ROBERTS 1973
	D. alata *D. esculenta* *D. trifida*	Mosaïque *"Vein-banding"* *"Vein-clearing"*	770 nm		MOHAMED ET MANTELLE 1975
GUADELOUPE	*D. trifida*	Mosaïque *"Vein-banding"*	760 nm 30 nm	+ -	MIGLIORI ET CADILHAC 1976

- Agitation magnétique jusqu'à dissolution des produits, puis 60' de repos au froid.

- Centrifugation 30' à 15 000 RPM

- Reprises des culots dans 50 millilitres de tampon phosphate 0,01 M pH 7. La suspension est homogénéisée par agitation ajouter 3 % de PEG, puis 2 % de Triton x 100.

- Centrifugation 20' à 15 000 RPM

- Récupération du culot dans un minimum de tampon phosphate 0,01 ph 7

Inoculation mécanique

L'inoculum est préparé avec du tampon phosphate 0,01 M ph 7 contenant 0,5 % de Diéthyldithiocarbomate de sodium dans les proportions 1 gramme, 4 millilitres. A l'inoculation 80 mg de carborundum 400 mesh et 80 mg de charbon végétal actif sont ajoutés à 1 millilitre d'inoculum.

Inoculation par puceron

Des pucerons *Aphis gossypii* sont mis dans un récipient en verre pour un jeun de 30 minutes. Ils sont ensuite placés sur de jeunes feuilles d'igname virosées pendant 5 à 10 minutes, puis répartis au nombre de 10 sur les feuilles de *D. trifida* obtenues par graines.

Microscopie électronique

Les observations au microscope électronique ont été réalisées par Brigitte CADILHAC à la Station de la Pathologie Végétale de MONTFAVET. Les sections ultra-fines des échantillons sains et malades sont obtenues par double fixation glutaraldéhyde-osmique, inclusion dans l'araldite M. L'obserservation est faite au microscope électronique EM. 301. La coloration négative des virions est obtenue par addition à la suspension d'acide phosphotungstique à 1 % neutralisé avec de la potasse 0,1 N.

RESULTATS

Symtomatologie et transmission du virus

Les symptômes extériorisés chez *Dioscorea trifida* sont de type "Mosaïque" accompagnés de déformation plus ou moins importante du limbe. On observe soit des plages vert-foncé, avec formation de cloques soit une décoloration des feuilles, surtout chez les jeunes plantes. A partir de ces feuilles naturellement infectées, nous avons préparé un inoculum et inoculé le virus à *Dioscorea trifida*, *Cucurbita pepo* DUCH var F_1 Diamant, *Nicotina tabacum* var Xanthi n c, *Datura stramonium Capsicum annuum* var Largo valenciano, *Ipomea setosa*, *Vigna sinensis* var

.../...

Black. La transmission du virus a réussi seulement sur les jeunes plantules de *D. trifida* issues de graines, dans nos essais nous avons eu entre 50 et 80 % de contamination. Aucun symptôme n'a été observé sur les autres hôtes éprouvés. Une rétroinoculation à partir de ces hôtes a été effectuée sur *D. trifida*, les résultats ont été négatifs. Les autres espèces de *Dioscorea* n'ont pas été essayées du fait que ces plantes se multiplient par voie végétative et très difficilement par graines. *D. trifida* est une exception, cependant, la germination est délicate et faible, elle a lieu environ un mois après le semis, 40 à 60 % des graines germent, le plant peut-être infecté 3 à 4 mois après le semis.

La transmission du virus par pucerons *Aphis gossypii* de *trifida* infectée naturellement à *D. trifida* issue de graine a réussi dans nos conditions expérimentales, mais le pourcentage des plantes infectées est plus faible par rapport à la transmission mécanique, nous avons noté 30 à 40 % de plantes infectées.

Essais de purification

La purification à partir d'igname s'avère difficile à cause des substances mucilagineuses, nous n'avons pas pu contourner la difficulté en purifiant le virus à partir d'un autre hôte sensible. En acidifiant nous avons pu rendre le broyat plus acqueux ce qui nous a permis d'appliquer ensuite certains procéclassiques de purification. Malgré tout, la concentration en particules virales reste faible après purification. Cela peut-être dû aussi bien à une dénaturation du virus pendant l'extraction qu'à une faible concentration en particules virales chez l'igname.

Microscopie électronique

Après coloration négative, le virus apparaît sous forme de filaments allongés flexueux de 760 nm de long environ. Par cette même technique il a été observé des structures cristallines, qui correspondent au pinwheels observés "in situ".

La présence du virus dans les cellules se manifeste par la formation d'inclusions anormales de type "pinwheels". Suivant le plan de la coupe ces inclusions apparaissent sous leur forme classique ou "pinwheel" ou sous forme de faisceaux encore appelés "bundles". Souvent ces structures sont en contact avec le réticulum endoplasmique. On peut noter également la présence de structures plurilamellaires ou "laminated aggregates".

Les observations des sections effectuées à partir de matériel sain obtenu par graines n'ont rien révélé.

Exceptionnellement a été observé au microscope électronique, la présence de virus de 30 nm de Ø à partir d'une suspension purifiée, le test biologique effectué sur une gamme d'hôtes différentiels nous a permis de conclure à la présence du Virus de la Mosaïque du Concombre (V.M.C.).

DISCUSSION

L'emploi de la coloration négative nous a permis de mettre en évidence chez *Dioscorea trifida* un virus de 760 nm de long appartenant au groupe de potyvirus. En outre les recherches cytologiques effectuées au microscope électronique, nous a montré la présence de structures de type "pinwheels".

Ces structures, induites par un virus dans les cellules hôtes, ont été retrouvées pour tous les virus appartenant au groupe PVY. (EDWARSON 1974).

L'observation du virus au microscope électronique s'est avérée difficile car ces plantes renferment des substances mucilagineuses en quantité importante. De ce fait, les préparations d'extraits bruts de plantes, présentent une abondance de matériel dans lequel il est impossible d'observer les virus. Seule la technique du "spray" préconisée par BOVEY (1971) a permis l'obtention de préparations plus propres, et par là de voir le virus. In situ, nous n'avons pas observé d'amas de particules virales comme cela est fréquent pour d'autres virus.

La présence de virus flexueux de 750 nm a également été observée par HARRISSON et al (1973) chez *Dioscorea alata* mais en complexe avec des particules bacilliformes et par MOHAMED et al (1975) chez *D. esculenta*, *D. trifida* et *D. alata*.

LAWSON et al (1971) observent la présence de structure de type pinwheel chez *D. floribunda*. Ils mentionnent également la présence d'un virus plus court de 400 nm environ. Par la "Dip-method" ils ont eux aussi noté la présence de particules flexueuses de 690 - 755 nm.

En 1973, WATERWORTH et al, isolent un virus latent *Dioscorea* Larent Virus (DLV) de *D. floribunda*. Ce virus de 325 - 475 nm de long serait du groupe PVX.

Notre étude nous permet d'établir la présence d'un virus flexueux appartenant au groupe PVY. En ce sens nous rejoignons les observations faites par MOHAMED (1975).

La présence dans notre matériel de virus de 30 nm de Ø que nous avons pu assimiler à du VMC n'a été observée que de façon fortuite et extrêmement rare. En effet, nous avons réalisé plusieurs tests igname provenant de cultures différentes sans résultats. Mais le VMC peut aussi se trouver en faible concentration dans la plante, en outre l'extrait igname demeure mucilagineux et difficile à appliquer sur une gamme d'hôtes, à cela peut s'ajouter une dénaturation éventuelle des particules virales soit à l'extraction, soit dans la plante (végétation active de l'igname 7 à 9 mois environ). Par contre en procédant par concentration du virus par purification et observation par la microscopie électronique nous pourrions augmenter les possibilités de mettre en évidence ce virus. Signalons que la sensibilité des *Dioscorea* au VMC a été mentionnée par WELLMAN (1935) chez *D. Bulbifera* et par BRIERLEY (1944) chez *D. alata*.

Il apparaît ainsi, que les ignames peuvent être infectés par différents virus. Virus de 750 nm se rattachant au groupe PVY, Virus de 450 nm se rattachant au groupe PVX. Enfin virus bacilliforme de 130 x 39 nm et particules virales de 30 nm pouvant être du VMC. Pour l'instant, il demeure important de pouvoir isoler les différents virus qui infectent ces plantes et de connaître de l'importance relative de chacun d'eux. Pour cela des recherches doivent être développées dans le domaine d'hôtes sensibles et différentiels, et d'une technique efficace de purification qui permettrait une meilleure concentration et purification du virus.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADSUAR J., 1955. A mosaic disease of the yam *Dioscorea rotundata* in Puerto-Rico. J. Agric. Univ. Puerto-Rico 39, 111-113.

BOVEY R., 1971. A quick microspray method for detecting plant virus particles in crude or purified extracts and determining their concentration by electron microscopy, and its possible use with plum pox virus. Proc. 7 th. Conf. Czech. Plants Virol.

BRIERLEY, PHILIP and FLOYD F. 1944. Index of Plant virus diseases. Agriculture handbook n° 307.

COURSEY F.C., 1967. Internal Brown Spot - a condition in yams (*Dioscorea alata* L.) in Barbados. Rep. of trop. Prod. inst. London, Sept. 1967.

DEIGHTON F.C., 1936. Report of Plant Pathology section in Report Dept. Agric. Dept. Agric. Sierra Leone. 22-26.

EDWARDSON J.R., 1974. Some properties of the Potato Virus y group. Florida Agric. Exp. Stations Monograph. serie 4, 398.

HARRISON B.B., and ROBERTS IM. 1973. Association of virus like particles with internal brown spot of yam *D. alata*. Trop. Agric., Trinidad, 50, 335-340.

LAWSON R.H., HEARON S.S., SMITH F.F., KAHN R.P., 1971. Electron Microscopy and separation of viruses in *Dioscorea floribunda*. Phytopath. 1973 (Abstract). 63 - (12) 1435.

MIGLIORI A. et Brigitte CADILHAC., 1976. Contibution à l'étude de la maladie à virus de l'igname : *Dioscorea trifida*. Ann. Phytopathol. 1976, 8 (1) 73-78.

MOHAMED N. and MANTELL. S.H., 1975. A preliminary study of a virus disease of yam foliage in the eastern caribbean. A paper presented at the 13 th Annual Meeting ot the Caribbean Food Crops Society held at U.W.I. Campus, St Augustine Trinidad W.I.

RUPPEL E.G., DELPIN. H, and MARTIN R.W., 1966. Preliminary studies on a virus disease of a sapogenin. Producing *Dioscorea* species in Puerto-Rico. J. Agric. Univ. Puerto Rico 50, 151-157.

WATERWORTH H.E., LAWSON R.H., and KAHN R.P. 1973. Purification Electron Microscopy and Serology of *Dioscorea* Latent Virus. J. Agric. Univ. Puerto Rico 58, 351-357.

WELLMAN F.L., 1935. Index of Plant Virus diseases. Agriculture handbook n° 307.

RESUME

L'Igname cultivée aux Caraïbes est infectée par un ou plusieurs virus. L'observation au microscope électronique des suspensions purifiées et des sections ultra-fines a permis de révéler la présence de particules virales de 760 nm et des inclusions anormales de type "pinwheel". Plus rarement le virus de la Mosaïque du Concombre (VMC) a été mis en évidence.

SUMMARY

In Caribbean, cultures of yams are infected by one or several virus. The electron-microscopy of smallest leaves sections showed presence of 760 nm virus particules and abnormal inclusions of pinweel's type.

Cucumber Mosaic Virus (C.M.V.) rarely conspicuous.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 436-454, 1977.

LES MALADIES A VIRUS (ET APPARENTEES) AFFECTANT LES PLANTES ALIMENTAIRES DANS LA ZONE CARAIBE : QUELQUES DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES ET REFLEXIONS

G. MARCHOUX(°)

INTRODUCTION

Dans la zone Caraïbe comme dans la plupart des pays situés dans les régions intertropicales on assiste à la "modernisation" de l'Agriculture.

Cette "modernisation" se traduit par l'application de techniques qui assez souvent contribuent à l'accroissement des problèmes posés par les parasites notamment par les virus ou les microorganismes de type mycoplasme.

Ainsi les introductions de plants effectuées dans le but d'obtenir des variétés plus productives, présentant des qualités technologiques supérieures ou résistances à certaines maladies ou ravageurs peuvent d'une part, transporter de nouveaux pathogènes et d'autre part, être très sensibles à d'autres maladies notamment virales non suspectées jusque là.

De plus, beaucoup de techniques "modernes" favorisent le développement des maladies : cultures très rapprochées se chevauchant dans le temps, fertilisation qui entraîne la production de plantes plus sensibles, augmentation des densités de plantation, suppression des plantes-écran, etc...

Enfin la monoculture généralement suivie de la culture d'une seule variété entraîne l'homogénéité - génétique très favorable à l'adaptation des agents pathogènes notamment des virus.

Il serait bien sûr utopique de prétendre décrire ici les connaissances, même en se limitant aux principales acquises dans le domaine des virus infectant les plantes alimentaires dans la zone caraïbe.

Il serait déjà intéressant de connaître l'importance globale des maladies à virus dans cette région. Or, à notre connaissance il n'y a pratiquement pas de données concernant les pertes de récoltes entrainées par les viroses. Si elles existent, elles ont rarement été chiffrées d'une façon réaliste et économiquement sûre.

En revanche les descriptions relatives à la présence de maladies dont la nature virale est suspectées sont très nombreuses.

Le nombre de cas où l'agent pathogène responsable a été identifié, même de façon plus ou moins partielle, (Utilisation fréquente des méthodes biologiques mais plus rarement de la technique sérologique ou la visualisation au microscope électronique) est déjà plus limité.

Nous exposerons successivement les propriétés principales de plusieurs grands groupes de maladies à virus ou présumés.

Pour chacun de ces ensembles les méthodes de lutte seront abordées mais le problème de la lutte en général sera réexaminé dans la discussion.

(°) Station de Pathologie Végétale, I.N.R.A. - Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 Petit-Bourg (Guadeloupe)

I - QUELQUES EXEMPLES DE VIRUS BIEN CARACTERISES

A - LE VIRUS DE LA MOSAIQUE DU TABAC (TMV). DISSEMINATION PAR SIMPLE CONTACT.

1 - Symptomatologie

Les Piments et les Tomates sont particulièrement affectés. Les plantes malades présentent des symptômes de mosaïque parfois accompagnés de déformation. La croissance est diminuée ainsi que la production des fruits qui peuvent eux-mêmes présenter des altérations. En Guadeloupe on observe assez fréquemment des sympômes de mosaïque blanche reliés à des souches dites "aucuba" (MIGLIORI, 1976).

Le VPLLT (Virus Producing Local Lesion on Tobacco) décrit sur les piments à Porto -Rico (ADSUAR et col. 1971) est probablement une souche de TMV.

2 - Modes de dissémination

Le TMV est transmis par l'agriculteur au cours des opérations culturales. Il peut également être véhiculé extérieurement par les semences.

En Floride différentes espèces de *Solanum*, *Physalis plantago* peuvent jouer le rôle de réservoir (ANDERSON 1959).

Dans le sol, le VMT ne persiste que sur les débris végétaux non décomposés. Après quelques mois il ne resterait plus de virus dans les débris des plantes malades incorporés dans le sol.

3 - Méthodes de lutte

Chez le Piment, des variétés de type californien résistantes au TMV, par hypersensibilité (gène dominant L) ont été sélectionnées en Floride. L'adaptation de ces variétés : Yolo Wonder, Yolo Y aux conditions tropicales humides n'est pas très bonne.

L'obtention de variétés de Tomate résistantes au TMV est un problème en grande partie résolu dans les pays tempérés. Il ne semble pas que la résistance au TMV ait retenu l'attention des généticiens de la zone tropicale (KAAN et Col 1974).

La transmission du virus par les semences peut être supprimée par un traitement à l'acide ou à la chaleur sèche à 80° C pendant 24 heures.

Les semis et pépinières seront effectués si possible sur un emplacement n'ayant porté ni Tomate, Piment ou Tabac juste avant.

Il est recommandé de se laver les mains et les outils au cours des opérations culturales. On peut par exemple faire tremper les ficelles servant à attacher les plants dans une boîte renfermant une solution de bromure de lauryldimethyl benzyl-ammonium à 0,5 % (MESSIAEN, LAFON 1970).

Notons enfin que la technique de prémunition des plants de Tomate avec en souche non-pathogène (exemple du mutant obtenu par RAST en Hollande) a fait ses preuves en Europe et constitue en recours possible (MIGLIORI, 1973).

B - LE VIRUS Y DE LA POMME DE TERRE (PVY). DISSEMINATION PAR PUCERONS

1 - Symptomatologie

Dans la zone Caraïbe le PVY a été décrit à plusieurs reprises, principalement sur Piment (Pepper Vein Banding Virus) :

- Trinidad : DALE, 1954
- Porto-Rico : ROQUE et ADSUAR 1941 ; PEREZ et ADSUAR 1955
- Floride : SIMONS et col. 1956
- Guadeloupe : QUIOT, 1971 b
- Venezuela : SALAS, 1972

Pour l'instant les souches virulentes sur Tomate connues en Amérique du Sud notamment au Brésil et au COSTA-RICA (Gamez 1970) ne semblent pas présentés dans la zone Caraïbe.

En revanche pratiquement tous les plants des divers *Capsicum* sont infectés et présentent les symptômes caractéristiques de "Vein-banding et (ou) de frisolée

Un isolat provoquant la nécrose de la variété de Poivron B 209 a été caractérisé en Guadeloupe. (MIGLIORI, 1976). Il est curieux de constater qu'également en Europe des populations provoquant la nécrose des Poivrons se sont développées ces dernières années (MARCHOUX et col. 1974).

2 - Modes de dissémination et épidémiologie

De nombreuses espèces de pucerons sont vectrices du PVY : *Myzus persicae*, *M. ornatus*, *Macrosyphum euphorbiae*, *Aubacorthum*, *Circumflexum*, *Aphis nasturtri* et *A. gossypii*. *M. persicae* serait l'espèce la plus efficiente. (KENNEDY et col. 1962).

Le PVY est transmis sous le mode non persistant (stylet-born). Les aphides aptères et adultes transmettent le virus après un temps d'acquisition optimum de secondes à 5 minutes. L'inoculation s'effectue en 30 à 60 secondes. Un temps de jeûne de 2 à 7 heures, avant le repas contaminant augmente le pourcentage de transmission.

En Floride, les plants de certaines espèces de *Solanum* (notamment *S. gracile*) et de *Physalis* peuvent jouer le rôle de réservoirs pour le virus (SIMONS, 1956, ANDERSON 1959).

En Guadeloupe, ce sont surtout les vieux "arbustes" de *C. frutescens* ou de *C. chinense* qui jouent le rôle de réservoir car ils présentent presque toujours des symptômes et les indexages sont positifs (MARCHOUX et col. 1977).

3 - Méthodes de lutte

Des géniteurs de résistance ont été découverts dans le genre *Capsicum* à Porto-Rico (RIOLLANO et col. 1948) en Floride (COOK et ANDERSON 1959-60 et au Brésil (VAN DER PAHLEN 1967 ; NAGAI et COSTA 1971).

Cette résistance est également apparue dans la variété Yolo Wonder résistante au TMV (mutant YRP 10, appelé ensuite Yolo Y, COOK 1961).

Dans différents pays de nouvelles souches de PVY sont apparues par mutation et ont supplanté les gènes de résistance de Yolo Y puis de AVELAR et CASCA DURA. (COOK, 1962-63) (NAGAI et COSTA 1971, ZITTER 1972-73).

Ce phénomène est également observé en Europe (MARCHOUX et col. 1974, POCHARD et col. 1975, GEBRE et col. 1975).

Notons enfin que chez le CV "Italian El" résistant dans certaines conditions au PVY une substance inhibitriche aurait été mise en évidence (SIMONS, 1966). Sa synthèse serait sous contrôle génétique (SIMONS 1969).

D'autres méthodes de lutte contre le PVY ont été envisagées. Ainsi en Floride SIMONS 1957 a obtenu des résultats satisfaisants en isolant les cultures de piment par des barrières végétales (type tournesol) et en pratiquant des traitements insecticides notamment sur les plantes.

Des pulvérisations d'huile qui empêchent l'inoculation des virus de stylet ont donné des résultats positifs aux USA (BRADLEY et col. 1962) et en Israel (LOEBENSTEIN et col. 1970).

B - LE VIRUS DE LA MOSAIQUE DU VIGNA (CPMV). DISSEMINATION PAR COLEOPTERES

1 - Symptomatologie

Le CPMV produit des symptômes de mosaïque sur les feuilles. La croissance des plantes malades est altérée et leur endement est diminué.

Cette maladie également identifiée en Afrique notamment au Nigéria, est présente depuis de longue date dans les îles et le continent américain.

A Trinidad, le virus peut infecter *Vigna sp, Glycine soja L, Arachis hypogea, Phaseolus vulgaris, Ph. mungo = Ph. radiatus = Vigna radiata ; Crotalaria juncea, Dolichos lablab, etc...* (DALE 1949 ; CHANT 1962).

La maladie a aussi été décrite aux Etats-Unis, Cuba, Porto-Rico (PEREZ et CORTES-MONLLOR 1970-71), dans les Iles du Commenwealth (PHELPS et HAQUE 1973) et au Venezuela (DEBROT et ROJAS 1967).

Au Surinam, VAN HOOF 1963 a distingué des souches qui produisent un symptôme de mosaïque très chlorotique ("jaune") et des souches qui induisent des graves nécroses foliaires ou caulinaires ("grave").

2 - Modes de dissémination et épidémiologie

A Trinidad et à Cuba (KVICALA et col. 1973) le vecteur principal est *Ceratoma ruficornis*. (OLIV.). Ce coléoptère conserve la faculté de transmettre le virus pendant 14 jours. 30 % des insectes récoltés dans la nature peuvent être vecteurs (DALE 1953). Au Surinam la souche jaune est transmise par *C. variegata* mais pas par *Diphaulaca* sp. (probablement *D. meridoe)*. La souche "grave" est par contre transmise par ces 2 espèces et par *Diabrotica* sp. probablement *D. loeta*. Les individus de *C. variegata* ne conservent le virus que pendant 4 jours mais dans les conditions expérimentales de l'auteur, ils meurent assez vite.

50 pour cent des insectes récoltés transmettent le virus mais la saison et les conditions climatiques influencent beaucoup l'intensité des contaminations.

Au Salvador, en plus de *Ceratoma ruficornis, C. systema* et *Diabrotica balteata* sont également vecteurs (DIAZ, 1972).

Le CPMV est également transmis par l'espèce mexicaine *(Epilachna varivestis* Mulsant.).

Transmission par les semences

Un isolat de Trinidad qui serait une souche grave est transmis par les semences de *V. unguiculata* mais pas parcelles de *V. sinensis* (DALE 1953)

La variété LAS BANOS BUSH SITAD introduite des Philipines pour ses qualités agronomiques est très sensible au CPMV et les semences peuvent transmettre le virus à un faible pourcentage (1 %) (HAQUE, PERSAD 1974, HAQUE et DIAL 1975).

3 - Méthodes de lutte

Des lignées de vigna résistantes au CPMV ont été mise en évidence au Nigéria (WILLIAMS, 1975).

Au Salvador MACHADO et PINCHINAT 1975 ont montré que la résistance de certaines lignées de Haricot au BRMV est liée à l'activité de 3 allèles.

Les traitements insecticides sont parfois nécessaires dans les cas de pullulation des coléoptères qui provoquent alors des ravages par eux-mêmes. (DALE 1949).

II - VIRUS DES PLANTES VIVRIERES A TUBERCULES

Les virus jouent un grand rôle dans la dégénérescence des plantes à tubercules dont la multiplication végétative est la règle générale et parfois obligatoire (jamais de graines ou graines stériles). D'autre part, l'étude des virus est généralement compliquée du fait de la difficulté de les transmettre mécaniquement et de la présence fréquente de complexes viraux qui conduisent à une grande variabilité des symptômes.

A - VIRUS DE L'IGNAME *(DIOSCOREA SP.)*

(MIGLIORI. Communication à ce Congrès).

B - VIRUS DES ARACEES : *DASHEEN MOSAIC VIRUS* (DMV)

1 - Symptomatologie et étiologie

Les différentes Aracées comestibles notamment *Xanthosoma sagittaefolium* L. (Malanga, yantia cocoyam) : X. *brasiliense* (calalou) et *Colocasia esculenta* L. (Madère Taro dasheen) sont fréquemment affectées par des affections virales.

Les examens au microscope électronique ont révélé la présence d'au moins deux types de particules. Les unes, baciliformes ont été reliées à deux graves maladies : Alomoe et Boboue sévissant aux Iles Fidji. Les particules en filaments flexueux de 750 - 800 nm de long correspondent au Dasheen mosaïc virus caractérisé en Floride (ZETTLER et col. 1970) à PORTO-RICO (ALCONERO et ZETTLER 1971) en Guadeloupe (QUIOT, 1971), à Trinidad (KENTEN et WOODS 1973) et au Venezuela (DEBROT et ORDOSGOITTI 1974).

D'autres espèces présentant des symptômes dans la nature : *X. atrovirens, X. violaceum, X. caracu.*

2 - Mode de transmission

Le virus est transmis sous le mode non persistant par *Myzus persicae*. Par inoculation mécanique il a été transmis à de jeunes plants de *Philodendron selloum.*

3 - Méthodes de lutte

Des essais de traitement des "cormes" à l'eau chaude n'ont pas donné de résultats concluants car la température nécessaire à l'incactivation du virus est nocive à la germination ultérieure. (ALCONERO, 1972 a).

En revanche, il a été possible de régénérer, par cultures de méristème des plants de *X. brasiliense* et *C. esculenta* en Guadeloupe (LOT et Col. 1974) et des plants de *X. sagittifolium* et *C. esculenta* en Floride (HARTMAN, 1974).

En pratique, la supériorité de ces clônes par rapport aux clônes infectés n'a pas été démontrée et de plus les recontaminations seront certainement assez rapides.

C - VIRUS DE LA PATATE DOUCE, *IPOMEA BATATAS*

1 - *"Feathery Mottle"* "Virus" (FMV)

Cette virose est très répandue aux Etats-Unis et à Porto-Rico (ADSUAR 1960 ; ALCONERO 1971 b, 72b et 73). Elle produit une baisse importante de rendement. Elle provoque sur la plante un éclaircissement des nervures rapidement suivi d'une marbrure formant des arabesques le long des nervures. Un rabougrissement dû au racourcissement des entrenoeuds est fréquent. Dans la pratique la maladie est disséminée par les tubercules.

Expérimentalement la maladie est difficile à transmettre de patate à patate, en revanche on peut obtenir assez facilement des symptômes sur les *Ipomea* ornementaux *I. tricolor, I. violacea, I. setosa* Ipomea purpure, var Gimson Rambler est un bon indicateur, réagissant par des nécroses nervaires (WEBB et LARSON, 1954, HILDEBRAND et col. (1959, 60, 61) ont démontré que le "Feathery mottle" était dû à un complexe de 3 virus ayant chacun plusieurs souches.

Le premier virus, le "Yellow dwarf" est transmissible par un Aleurode, *Trialeurodes abutilonea*. Les deux autres virus sont transmis par des pucerons *(Myzus persicae, Macrosiphum solani, Aphis gossypii, Aphis apii*, STUBBS et Mc LEAN ' 1958). L'un deux correspond à la maladie du liège interne ("Internal Cork virus"), l'autre que l'on trouve parfois seul dans la nature mais le plus souvent associé au précédent a été appelé "Leaf spot".

2 - Le virus du liège interne *(Internal Cork virus)*

Ce virus est peut-être le plus important aux Etats-Unis. Il est soit associé aux 2 virus précédents, soit seul, ou encore lié au virus du ringspot. Il provoque sur le feuillage de la patate une marbrure avec souvent des pigments rougeâtres. On observe la réaction caractéristique de formation liégeuse dans les parties souterraines de la plante dès qu'elles atteignent une taille commercialisable.

La maladie est transmissible par pucerons ou mécaniquement à de nombreuses convolvulacées dont les divers *Ipomea*. Le Volubilis var. Scarlett O'hara réagit de façon très caractéristique.

La dissémination du virus en été est liée aux températures minimales de l'hiver. (NIELSEN, 1968).

3 - La maladie dite *"Russet Crack"*

Cette maladie décrite en 1964 au New Jersey mais qui est en extension provoque des lésions racinaires et des craquelures de peau des tubercules ainsi que des striures sur la tige.

Selon CAMPBELL et col. 1974 la maladie du *"Russet Crack"* serait due à une souche particulière du FMV.

Cette conclusion est confirmée par NOME et col. 1974. En effet la longueur moyenne des particules de chaque virus est assez voisine : FMV et *"Russet Crack* 876 nm. En revanche les particules d'un virus correspondant à la maladie dite *" Vein Mosaic"* sévissant en Argentine sont plus courte (767 nm).

4 - Méthodes de lutte

Des méthodes de lutte ont été envisagées contre ces maladies. On a recherché des méthodes curatives (traitement thermique) pour éliminer les principaux virus. Des températures de 30° (en air chaud) auraient permis d'éliminer le *"Yellow dwarf"* et le *"leaf spot"* en trois mois (HILDEBRAND et Col. 1960).

Le virus du liège interne est plus difficilement détruit - 6 mois ont été nécessaires pour guérir la variété Heartsgold. La vérité Porto-Rico n'a pus se libérer du virus.

La culture de méristème a permis de régénérer certaines clônes, vis-à-vis de la maladie du liège interne. (NIELSEN 1960, MORI 1971, ALCONERO col. 1975).

Aux Etats-Unis une sélection sanitaire a été entreprise. On ne plante que les tubercules sans "Internal cork" et avec un isolement suffisant (à plus de 300 mètres d'une source d'infection). Dans ces conditions la dissémination n'aurait pas lieu et le taux des contaminations est en tous cas maintenu à un faible niveau (environ 1 %).

Les clônes débarrassés des virus par cultures de méristèmes se recontaminent très rapidement au champ. En effet, il y a toute l'année les repousses de patate et fréquemment des *Ipomea* sauvages au voisinage des plantations.

La sélection des variétés locales présentant un certain niveau de résistance ou de tolérance apparaît ainsi comme la meilleure méthode de lutte.

A nouveau, il est nécessaire de rappeler que les contrôles sanitaires des introductions doivent être draconiens. D'ailleurs les importations sont interdites dans certains pays de la zone caraïbe (Bermudes par exemple).

III - LES MALADIES TRANSMISES PAR ALEURODES

A - SYMPTOMATOLOGIE ET GROUPE DE MALADIES

La bibliographie révèle que, de par le monde, environ une quarantaine de maladies sont transmises par Aleurodes, et à quelques exceptions près par l'espèce *Bemisia tabaci* GENN.

Limitées aux pays chauds ces maladies existent dans l'Ancien et le Nouveau monde et peuvent être graves sur des plantes alimentaires (cultures vivrières et maraîchères) industrielles (Tabac, Coton par exemples).

Trois chercheurs ou petites de chercheurs ont plus particulièrement étudié ces maladies. Ce sont :

- VARMA et NENE en Inde, COSTA, FLORES, ORLANDO, SILBERSCHMIDT et récemment KITAJIMA au Brésil, BIRD et Josephina SANCHEZ à Porto Rico.

Ces derniers, sur la base de la symptomatologie et de la gamme d'hôte distinguent six maladies :

Bean Golden Yellow Mosaic (BGMV) et *Rynchosia minima* virus (Rh M V) sur légumineuses.

Les virus du Jacquemontia *(= Thyella) tamifolia* et de l'*Ipomea (= Merremia quinquefolia* chez les Convolvulacées.

Enfin deux maladies chez les Malvales :

La chlorose infectieuse du *Sida carpinifolia* (Malvacées) et la Mosaïque du *Jatropha gossypifolia* (Euphorbiacées). Ces maladies comme celles décrites dans d'autres pays, sont inféodées ou non à certains genres, à une famille ou un ordre botanique. (in MARCOUX et col 1969, BIRD 1975).

B - Mode de transmission

Au cours de plusieurs décennies se sont principalement les propriétés biologiques, notamment mode de transmission, étendue de la gamme d'hôtes et nature des symptômes externes et internes, qui ont été étudiées. D'autre part de nombreux travaux ont été consacrés à l'étude des relations biologiques étroites qui unissent l'agent pathogène à l'insecte vecteur : durée du repas d'acquisition, période de latence, période d'incubation, période de rétention (références in COSTA, 1969).

En fonction de leur aptitude à transmette certaines maladies, deux races de *B. tabaci : jatrophae* et *Sidae* ont été différenciées.

C - Etiologie des maladies

La nature même de l'agent pathogène transmis est demeurée énigmatique malgré les efforts faits par les chercheurs dans deux directions principales.

1 - Observations cytologiques

Le résultat ancien concernant la Mosaïque de l'Abritilon (particules sphériques d'environ 80 nm de diamètre avec une membrane épaisse (SUN), 1964 et le résultat plus récent relatif à la Mosaïque du Manioc (particules allongées dont les dimensions varient de 300 à 600 nm, PLAVSIC-BANJAC et MARAMOROSCH 1973) sont très controversés notamment pour ce dernier matériel dans lequel d'autres auteurs ne relèvent aucun élément structuré particulier (KITAJIMA et COSTA 1973).

2 - Essai de purification et d'observation des particules

Des résultats spectaculaires concernant la méthode de purification, la transmission mécanique et l'observation au microscope électronique des particules virales du Virus de la Mosaïque du *Rhynchosia* ont été obtenus récemment.

L'agent infectieux est représenté par des petites particules parasphériques dont le diamètre est voisin de 20 nm et qui se groupent fréquemment par paires. (GALVEZ 1975).

Des observations comparables ont été faites au Brésil (MATYIS et col.1975) et concernant plusieurs maladies :

- le Virus de la mosaïque dorée de la Tomate chez plusieurs Solanées.
- le Virus de la mosaïque de l'Euphorbe chez *N. glutinosa*.
- le Virus de la mosaïque dorée du Haricot chez son hôte.

Il faut cependant noter qu'ici, les dimensions des particules apparaissent plus faibles (12-13 nm de diamètre) et hormis la première maladie, l'activité des préparations purifiées n'a pas été démontrée. En revanche des résultats positifs de transmission mécanique du Virus de la mosaïque dorée du Haricot avaient été obtenus en 1973 par LOT en stage à Porto Rico. (Cité in BIRD et LOPEZ-ROSA, 1973).

Signalons enfin le cas particulier du "Sweet potato mild mottle" agent dont la transmission mécanique est facile et la gamme d'hôtes étendue à 14 familles. Une publication récente indique que ce virus est flexueux et d'une longueur voisine de 800 à 900 nm. (HOLLINGS et STONE 1976).

Il est cependant intéressant de rapprocher les observations précédentes de celles plus anciennes concernant le Virus du Streak du Maïs (transmis par Cicadulina) où les particules de 19-20 nm de diamètre ont également tendance à se grouper par deux (fiche CMI 1975).

Plus récemment des observations comparables ont été étendues à d'autres maladies d'origine diverse.

Le Virus latent du Manioc (vecteur inconnu)
le "Curly top" de la Betterave *(Circulifer)*
le "Summer death" du Haricot *(Orosius)*

D - CONCLUSION

Il apparaît ainsi qu'un nouveau groupe de virus est peut-être en-train de se définir. Les familles botaniques concernées sont variées : Graminées, Chenopodiacées, Euphorbiacées, Légumineuses, Solanées et déjà deux groupes d'insectes vecteurs peuvent être distingués : Ciccadelles et Aleurodes. Le mode biologique de vection est cependant comparable et se caractérise par une période de latence courte (de 4 à 24 heures).

Au plan fondamental rappelons que la distribution géographique de ce groupe de virus dont certains restent probablement à découvrir, est très vaste et couvre de grandes étendues en Afrique, Amérique et Océanie.

Au plan pratique, outre la solution provisoire de traitements insecticides (SASTRY, 1973) des méthodes de lutte contre ces maladies devront être recherchées dans la sélection génétique et sanitaire. (notamment pour les espèces à multiplication végétative). Des régénérations de matériel ont été obtenus par culture de méristème et par thermothérapie.

IV - DISCUSSION - METHODES DE LUTTE

La lutte contre les virus comme la lutte contre les différents parasites doit prendre une orientation de plus en plus écologique.

La stratégie de la lutte intégrée vise à utiliser au maximum les facteurs naturels de façon à modifier le moins possible l'environnement.

Les deux taxes principaux de cette stratégie outre les techniques culturales et les mesures prophylactiques sont :

- la résistance des plantes aux virus
- l'utilisation d'ennemis naturels des agents vecteurs.

A - RESISTANCE DES PLANTES

La résistance des plantes alimentaires aux maladies à virus et à mycoplasmes représente une des solutions les plus élégantes au problème de la lutte contre ces fléaux. Malheureusement cette solution n'est pas toujours possible et certaines variétés possèdent des gènes de résistance à une ou plusieurs maladies mais pas aux autres. Il est indispensable d'éprouver ces variétés vis à vis des différentes maladies même si elles apparaissent actuellement mineures.

Ces études permettent de dégager le risque potentiel courum. par la diffusion de ces variétés. La mise en vente de certains clônes, cultivars ou variétés particulièrement sensibles à une ou plusieurs viroses devrait être évitée.

D'autre part chez certaines espèces il est parfois difficile de trouver des gênes de résistance parmi les variétés cultivées et il est donc nécessaire de re-

chercher de nouvelles sources de résistance dans les aires de diversité génétique et parmi les espèces spontanées.

Les résistances rencontrées peuvent en général être classées en deux grands types (VAN DER PLANK 1968 ; ROBINSON 1971, 73).

1 - Résistance spécifique à l'égard de 1 ou plusieurs pathotypes mais inefficace vis à vis des autres pathotypes du virus. (Résistance de type vertical)

2 - Résistance plus générale efficace vis à vis de toutes les races ou souches du virus. (Résistance de type horizontal)

1 - Résistance spécifique

Ce cas a déjà été illustré dans le texte par l'exemple des gènes de résistance aux différentes souches due PVY.

Nous y adjoindrons le cas du Virus de la Mosaïque commune du Haricot dont plusieurs souches ont été étudiées dans la zone Caraïbe.

Le gène de résistance par immunité de la variété Michelite efficace vis à vis des souches type (Floride) et du Salvador (GAMEZ, 1973) est mis en défaut avec les souches de New-York n° 15 (ZAUMEYER et GOTH 1964) ; du Mexique (SILBERNAGEL 1969) et du Costa Rica (MORENO et col., 1968).

2 - Résistance plus générale

Cette résistance peut, dans une certaine mesure être illustrée par la tolérance des Solanées et Cucurbitacées au Virus de la Mosaïque du Concombre ainsi chez le Piment différentes variétés présentent des symptômes très atténués lorsqu'elles sont contaminées à un stade adulte. *C. annuum* (MARCHOUX et col. 1975) *C. frutescens* (WEBB et SMITH 1969) *C. microcarpum* et *C. pendulum* (POCHARD et CHAMBONNET, 1971).

Chez des jeunes plantules de Piment, la tolérance révélée par la décapitation tend à disparaître dès que de nouvelles feuilles à croissance rapide se développent (POCHARD et BREUILS 1969).

L'intensité de la multiplication du VMC, apprécié par dosages biologiques, est plus faible dans le CV tolérant Antibois que dans le CV sensible Yolo Wonder (MARCHOUX, 1963).

De même chez un cultivar de Concombre tolérant, il a été montré que les mécanismes mis en jeu permettaient de diminuer la multiplication du VMC mais ne l'empêchaient pas (WASUWAT et WALKER, 1961).

Notons par ailleurs que des résultats encourageants ont été obtenus dans le domaine de la résistance aux pucerons vecteurs chez les Cucurbitacées (Mc CARTER 1973).

En conclusion de cette approche très limitée des problèmes de résistance il apparaît de plus en plus que les caractères agronomiques, technologiques et économiques désirés doivent être si possible associés à la diversité génétique nécessaire pour la résistance, à long terme, aux maladies à virus et autres fléaux.

B - ENNEMIS NATURELS DES AGENTS VECTEURS

1 - Champignons entomopathogènes

Parmi les champignons pathogènes pour les pucerons on rencontre dans

les pays tropicaux, l'*Acrostalagmus aphidum* OUD. Ce champignon a fait l'objet de quelques observations notamment dans les pays de la zone caraïbe. Cependant les projets d'utilisation de l'*Acrostalagmus* dans la lutte contre les pucerons ne se sont pas développés (WOLCOTT, 1955 à Porto-Rico). En Guadeloupe, il a été montré que les traitements fongicides appliqués en traitement des graines ou en pulvérisation sur les plantes protègent les pucerons des attaques du champignon (TORIBIO, 1976).

Les observations sur les variations des populations de pucerons en relation avec les facteurs de l'environnement qui peuvent intervenir dans le déclenchement des mycoses sont poursuivies dans le cadre du programme de l'épidémiologie des virus (MIGLIORI et col. 1976).

Dans ce domaine, signalons également le développement d'une maladie cryptogamique des aleurodes rencontrés sur agrumes (LIPES, 1971).

2 - Virus d'insectes

Bien qu'il soit probable que des virus s'attaquant à différentes espèces vectrices existent dans la nature, très peu d'efforts ont été faits pour les trouver et les étudier en vue d'une utilisation pratique.

3 - Hyménoptères parasites

Une tentative effectuée en Afrique pour lutter contre les virus du Cacaoyer s'est s'est soldée par un échec (THRESH, 1958).

V - CONCLUSION - COOPERATION INTERNATIONALE

Les maladies à virus et à mycoplasmes apparaissent comme des facteurs importants de réduction de la production alimentaire dans la zone caraïbe. La possibilité d'accroître les connaissances sur ces maladies conditionne la possibilité de définir des méthodes de protection des plantes et en conséquence celle d'aider à l'accroissement de la production alimentaire dans cette région.

Pour lutter contre les maladies à virus dans la zone caraïbe il apparaît de plus en plus nécessaire qu'un effort de coopération internationale soit réalisé. Les domaines suivants pourraient être abordés :

- Rassemblement et diffusion des renseignements concernant les maladies à virus.
- Réunions internationales sur des problèmes de virologie ayant une importance pour toute la zone caraïbe.
- Consultations internationales sur des sujets d'ordre général mais intéressant la virologie.

  Exemples :
  - Symposium sur les pertes causées par les ennemis des plantes cultivées à l'issu duquel un manuel d'évaluation des pertes de récolte a été publié par la FAO.
  - Travaux de la Commission de protection des plantes de la zone Caraïbe (CPPC).
- Prise en compte, par les centres internationaux de recherche et de formation, de la phytopathologie et notamment de la virologie.
- Développer des projets de recherche multinationaux notamment entre les différents pays de la Caraïbe qui ont à faire face aux mêmes maladies à virus, présumées à virus ou maladies apparentées (exemple du jaunissement mortel des Cocotiers).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADSUAR J., PEREZ J.E., C. MONLLOR Amelia. - A New Virus Disease of Peppers in Puerto-Rico. J. Agric. Univ. Puerto-Rico, 55, 405-410, 1971.

ANDERSON C.W. - A study of field sources and spread of five viruses of Peppers in central florida. Phytopathology, 971, 101, 1959.

BRADLEY R.H.E., WADE C.W., WOOD F.A.. - Aphid transmission of Potato Virus y inhibited by oils. Virology 18, 327-329, 1962.

CHANT S.R. - Further studies on the host range and properties of Trinidad cowpea mosaic virus. Ann. Appl. Biol. 50, 159-162, 1962.

COOK A.A., ANDERSON C.W. - Multiple virus disease resistance in a strain of *Capsicum annuum*. Phytopathology, 49, 198-201, 1959.

COOK A.A., ANDERSON C.W. - Inheritance of resistance to potato Virus Y derived from two strains of *Capsicum annuum*. Phytopathology, 50, 73-75, 1960.

COOK A.A. - A mutation for resistance to potato virus Y in Pepper. Phytopathology 51, 550-552, 1961.

COOK A.A. - Isolation of a mutant strain of potato Y virus. Plant. Dis. Reptr. 46, 569, 1962.

COOK A.A. - Genetics of response in Pepper to three strains of Potato Virus Y. Phytopathology 53, 720-722, 1963 a.

DALE W.T. - Observations on a virus disease of Cowpea in Trinidad. Ann. Appl. Biol. 36, 3, 327, 1949.

DALE W.T. - Transmission of plant viruses by biting insects with particular reference to the cowpea mosaic. Ann. Appl. Biol. 40 (2), 384, 1953.

DALE W.T. - Sap. transmissible mosaic diseases of Solanaceous crops in Trinidad. Ann. appl. Biol. 41, 240-245, 1954.

DIAZ A.J. - Estudio y caracterizacion de un mosaico del frijol de Costa *(Vigna sinensis)* en El Salvador. Phytopathology, 62, 7, 754, (abst.), 1972.

GAMEZ. - Observaciones sobre virus del Tomate en Costa Rica. Turrialba 20, 215-216, 1970.

GAMEZ R. - Los virus del frijol en Centro America. III - Rozas del virus del mosaico commun del frijol de El Salvador y Nicaragua. Turrialba 23, (4) 474, 1973

GEBRE SELASSIE K., MARCHOUX G., QUIOT J.B. - Pathogenic properties of Potato Virus Y isolates (PVY). Comm. I.S.H.S. vegetable viruses. Montfavet - Avignon; Septembre 1975.

HAQUE S.Q., PERSAD G.C. - Some observations on the seed transmission of beetle - transmitted cowpea mosaic virus. Sem. Workshop on diseases on Grain Legume Porto-Rico, 1974.

HAQUE S.Q., DIAL P. - Some observations on the reaction of the bodie bean *(Vigna unguiculata)* variety Las Banos Bush Sitao 1 to cowpea mosaic virus. 13 th Meet. CFCS - Saint-Augustine. Trinidad, 1975.

SIMONS J.N. - Resistance of *Capsicum annuum* Italian El to infection with potato virus Y. Phytopathology 56, 1370-1375, 1966.

SIMONS J.N. - Evidence of genetically controlled variation in symptom expression of potato virus Y infection in *Capsicum annuum* "Italian El" Plant Dis. Rept. t. 53, 7, 504-506, 1969.

THRESH J.M. - The spread of virus diseases in Cacao. W. African Cacao Res. Inst. Tech. Bull. 5, 36, 1958.

TORIBIO J.A. - Conséquences de traitements fongicides sur *Acrostalagmus aphidum* fungi imperfecti pathogène pour les pucerons. Ann. Zool. Ecol. anim. 8, (1) 103-108, 1976.

VAN DER PAHLEN. - The inheritance of a new source of resistance to potato virus Y in pepper *(Capsicum annuum L.)*. Bol. Genet. Inst. Fitotec. Castelar., n° 3, 23-28, 1967.

VAN DER PLANK J.E. - Disease Resistance in plants. Academic Press. New-York and London, 1968.

VAN HOOF H.A. - Transmission of Cowpea mosaic virus in Surinam. Surin. Land B. 11, 131-137, 1963.

WASUMAT S.L., WALKER J.C. - Relative concentration of Cucumber Mosaic virus in a resistant and a susceptible Cucumber variety. Phytopathology 51, 614-616, 1961.

WEBB R.E., SMITH P.G. - Resistance to cucumber mosaic virus in *Capsicum frutescens*. Phytopath. Abst. 53, 1561, 1969.

WILLIAMS R.J. - Screening cowpea for resistance to cowpea mosaic virus. Trop. grain legume bull., n° 1, II, 1975.

WOLCOTT G.N. - Experience with entogenous fungi in Puerto-Rico. UNIV. Puerto-Rico Agr. Exp. Str. Bull. 130, 1955.

ZAUMEYER W.J., GOTH R.W. - A new severe symptom inducing strain of common bean mosaic virus. Phytopathology 54 (11) 1378-1387, 1964.

ZITTER T.A. - Naturally occuring pepper virus strains in South Florida. Plant. Dis. Rept., t. 56, 7, 586-590, 1972.

VIRUS DES AROIDEES ET DE LA PATATE DOUCE

ADSUAR J. - Field behavior of certain sweet potatoes to mosaic in Puerto-Rico. J. Agric. Univ. PR 44,4 251-253, 1960.

ALCONERO R. and F.W. ZETTLER. - Virus infections of *Colocasia* and *Xanthomonas* in Puerto Rico. Plant Disease Reporter. 55, 506-508, 1971.

ALCONERO R. - Sweet potato virus infections in Puerto-Rico. Plant Disease Repts. 55, 902-906, 1971 b.

ALCONERO R. - Hot water treatments of corms of *Xanthosoma spp.* infected with dasheen mosaic virus. Plant. Dis. Rept. 56, 320-321, 1972.

ALCONERO R. - Effect of plant age, light intensity and leaf pigments on symptomatology of virus infected sweet potatoes. Pl. Dis. Rept. 56, 501-504, 1972 b.

ALCONERO R. - Mechanical transmission of viruses from Sweet potato. Phytopathology 377-380, 1973.

ALCONERO R., SIATIAGO A., MORALES F. and RODRIGUEZ F. - Meristem tip culture and virus indexing of sweet potatoes. Phytopathology 65, 769-773, 1975.

CAMPBELL R.N., D.H. HALL, N.M. MIELINIS. - Etiology of sweet potato russet crack disease. *(Myzus persicae) (Ipomea sp.)*. Phytopathology, t. 64, 2, 210-218, 1974.

DEBROT E.A., ORDOSGOITTI A. - Dasheen mosaic virus infection of *Colocasia* and *Xanthosoma* in Venezuela. Pl. Dis. Reptr. 58, 1032-1033, 1974.

HARTMAN R.D. - Dasheen mosaic virus, and other phytopathogens eliminated from caladium, taro, and cocyam by culture of shoot tips. Phytopathology, t. 64, 2 237-240, 1974.

HILDEBRAND E.M. - A white fly *Trialeurodes abutilonea* (HALD) as an insect vector of sweet potato feathory mottle in Maryland. Plant. Dis. Reptr. 43, 712-714, 1959.

HILDEBRAND E.M. - The feathery mottle virus complex of sweet potato. Phytopathology ; 50, 751-757, 1960.

HILDEBRAND E.M., BRIERLEY P. - Heat treatment eliminate yellow dwarf virus from sweet potatoes. Pl. Dis. Reptr. 44, 9, 707-709, 1960.

HILDEBRAND E.M., SMITH F.F. - Comparison of aphid and manual methods transmitting internal cork and associated viruses of the sweet potato. Phytopathology 51 419-423, 1961.

KENTEN R.H., WOODS R.D. - Viruses of *Colocasia esculenta* and *Xanthosoma saggitifolium* PANS n° 191, 38-41, 1973.

NIELSEN L.W. - Elimination of the internal cork virus by culturing apical meristems of infected sweet potatoes. Phytopathology 50, 841-842, 1960.

NIELSEN L.W. - Summer spread of sweet potato internal cork virus in North Carolina in relation to minimum winter temperatures. Phytopathology 58, 1717-1718, 1968.

NOME S.F., SHALLA T.A., PETERSEN L.J. - Comparison fo virus particles and intracelular inclusions associated with vein mosaic, feathery mottle, and musset crack diseases of sweet potato. Phytopathology, Z., t. 79, 2, 169-178, 1974.

STUBB L.L., Mc LEAN D.L. - A note on aphid transmission of a feathery mottle virus of sweet potato. Pl. Dis. Rept. 42, 2, 216, 1958.

WEBB R.E., LARSON R.H. - Mechanical and aphid transmission of the feathery mottle virus of sweet potato. Phytopathology. 44, 290-291, 1954.

ZETTLER F.W., FOWE M.J., HARTMAN R.D., EDWARSON J.R., CHRISTIE R.G. - Filamentous viruses infecting dasheen and other araseous plants. Phytopathology 60, 983-987, 1970.

MALADIES TRANSMISES PAR ALEURODES

BIRD J. - A White fly transmitted mosaic of *Jatropha gossypifolia*. Agr. Exp. Sta. Univ. Puerto Rico Tech. Paper, 22, 1-35, 1957.

BIRD J. - Infectious chlorosis of *Sida carpinofolia* in Puerto Rico. Agr. Exp. Sta. Univ. Puerto Rico Techn. Paper, 28, 1-23, 1958.

BIRD J. - A whitefly transmitted mosaic of *Rhynchosia minima* and its relation to tobacco leaf curl and other virus diseases of plants in Puerto Rico. Phytopathology, 52, 286, 1962.

BIRD J., J. SANCHEZ. - White fly trnasmitted viruses in Porto-Rico. J. Agro. Univ. PR 55, (4), 461-467, 1971.

BIRD J., PEREZ J.E., ALCONERO R., VAKILI N.G., MELLENDEZ P.L. - A whitefly transmitted Golden-Yellow Mosaic Virus of *Phaseolus lunatus* in Puerto Rico. J. Agric. Univ. Puerto Rico 56, 1, 64-74, 1972.

BIRD J., LOPEZ-ROSA J.H. - Whitefly and aphid-borne viruses of beans in Puerto-Rico. Proc. of the 1st Internat. Inst. Trop. Agric. Grain-Legume Improvment workshop. Ibadan, Octobre 1973.

BIRD J., SANCHEZ J., RODRIGUEZ R., JULIA F. - Rugaceous (Whitefly-transmitted viruses in Puerto-Rico. in Tropical diseases of Legumes. BIRD et MARAMOROSCH. ed. 3-13, 1975.

COSTA A.S. - Trois viroses du Haricot transmises par des Aleurodes dans l'état de São Paulo-Brésil. Bull. Phyto. FAO. 13, (6) 121-130, 1965.

COSTA A.S. - White flies as virus vectors. In virus vectors and vegetation, Kari maramarosch Edit. Interscience New York, 95-119, 1969.

COSTA C.L., CUPERTINO F.P. - Yield losses induced on bean plants by the bean golden mosaic virus. Phytopathologia brasileira, vol. 1, n° 1, 18-25, 1976.

GALVEZ G.E. - Stability of the Bean Golden Mosaic (BGM) and Bean Chlorotic Mottle (BCM) causal agents. Comm. au IVe Int. Working Group on Legume Virus Madrid. Sept. 1975.

GALVEZ G.E., CASTANO M.J. - Purification of the whitefly-transmitted bean golden mosaic virus. Turrialba. 26, 2, 205-207, 1976.

HOLLINGS M. STONE O.M. - Purification and properties of sweet potato mild mottle a white-fly borne virus from sweet potato *(Ipomoea batatas)* in East Africa. Ann. Appl. Biol. 82, 511-528, 1976.

KITAJIMA E.W., COSTA A.S. - Etudes en microscopie électronique des virus et mycoplasmes du Manioc. Congrès sur les plantes à tubercules. Ibadan-Nigéria. 1973.

LIPES J.E. - Maladie cryptogamique d'aleurodes rencontrés sur agrumes. Bull. Phyto. FAO 18, 6, 145, 1971.

MARCHOUX G., LECLANT F., MATHAI J.P. - Maladies de type jaunisse et maladies voisines affectant les Solanées et transmises par insectes. Ann. Phytopathologie 2 4, 735-773, 1970. (Mise au point bibliographique).

MATYIS J.C., SILVA D.M., OLIVERA A.R. et COSTA A.S. - Purificàо e morfologia do virus do mosaic dourado do tomateiro. Summa phytopathologica 1, 4, 267-274, 1975.

PLAVSIC BANJAC BILJANA et MARAMOROSCH K. - Cassava mosaic virus. Phytopathology 63, 206 (Abst.), 1973.

SASTRY K.S.M. et SINGH S.J. - Field evaluation of insecticides for the control of whitefly *(Bemisia tabaci)* in relation to the incidence of yellow vein mosaic of okra *(Abelmoschus esculentus)*. Indian Phytopathology. 26, 129-138, 1973.

SUN C.N. - Abutilon Mosaic virus. Experientia 20, 147-151, 1964.

VARMA P.M. - Transmission of Plant viruses by white-flies. Nat. Inst. Sci. India, 11-33, 1963.

RESUME

L'application de certaines techniques modernes peuvent contribuer à l'accroissement des problèmes posés par les maladies à virus et à mycoplasmes chez les plantes alimentaires notamment dans la zone caraïbe.

Les principales propriétés d'intérêt agronomique : symptomatologie, mode de dissémination et méthodes de lutte sont abordés à propos de trois virus pris comme exemples :

- Virus de la Mosaïque du Tabac transmis par contact
- Virus Y de la Pomme de terre transmis par pucerons
- Virus de la Mosaïque du Vigna transmis par coléoptères.

Sont ensuite abordées.

Les maladies à virus des plantes vivrières dont la multiplication végétative entraîne une dégénerescence.

Enfin les maladies "à virus" transmises par Aleurodes, importantes dans la zone caraïbe mais pour lesquelles l'étiologie demeure encore incertaine font l'objet d'un paragraphe.

En conclusion, sont présentées d'une part les grandes voies de la lutte biologique contre les maladies à virus notamment contre leurs vecteurs et d'autre part quelques objectifs proposés pour une collaboration intercaraïbe dans le domaine de la Virologie.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 455-472, 1977.

LES NEMATODES PHYTOPHAGES LIES AUX PRINCIPALES CULTURES VIVRIERES DES ANTILLES FRANCAISES

A. KERMARREC[°] - C. SCOTTO LA MASSESE[°°] - A. ANAIS[°]

I - INTRODUCTION

La culture des plantes vivrières à tubercules conserve aux Antilles une importance traditionnelle (MESSIAEN, 1975). L'igname, en particulier, constitue une source alimentaire majeure dans la diététique régionale. De plus, la valeur nutritionnelle peut souvent se comparer favorablement à celle des tubercules d'autres régions.

Les techniques culturales des plantes vivrières sont actuellement en voie de rationalisation grâce aux travaux des généticiens, agronomes et phytiâtres. Toutefois, la culture des plantes à tubercules est -comme toutes les monocultures- sujette à des pressions parasitaires importantes liées au système cultural intensif et monospécifique. Parmi les maladies et parasites des plantes à tubercules les nématodes tiennent, une fois de plus, une place de choix, tant acutelle et constatée, que potentielle et redoutée.

STEINER (1931 a, 1931 b), STEINER ET BUHRER (1934 a) WEST (1934) puis GOODEY (1935 b) signalent à l'attention des phytiatres l'existence de parasitoses graves chez les ignames de l'Ouest africain. Il faudra attendre un quart de siècle supplémentaire pour voir s'éveiller un intérêt réel pour ce problème chez les nématologistes (tableau 1). Depuis 1972, date de création du laboratoire de Nématologie de l'I.N.R.A. aux Antilles, nous avons eu l'occasion d'analyser un grand nombre d'échantillons de sols, de tubercules et de feuillages des plantes vivrières dans nos îles. Nous nous proposons de donner ici une synthèse de nos connaissances actuelles sur les nématodes des plantes à tubercules suivantes :

Colocasia esculenta (madère), *Dioscorea alata* (igname pacala), *D. trifida* (igname cousse-couche), *Ipomoea batatas* (patate douce) et *Xanthosoma sagittae-folium* (malanga).

II - LES NEMATODES CONCERNES : BIOLOGIE, GAMME D'HOTES ET DISPERSION MONDIALE :

L'ensemble des nématodes parasites des plantes à tubercules appartient à l'ordre des *Tylenchida*. Dans le sous-ordre des *Tylenchina* deux superfamilles sont concernées : les *Tylenchoidea* et les *Aphelenchoidea ;* la première comprenant les parasites sédentaires ou mobiles des racines et tubercules (sol et conservation) alors que la seconde ne contient que les parasites des feuillages et les espèces mycophages associées à la pourriture des tubercules semences en stockage. Tous ces nématodes sont armés d'un stylet buccal protractile avec lequel ils piquent et vident les cellules de leur contenu cytoplasmique.

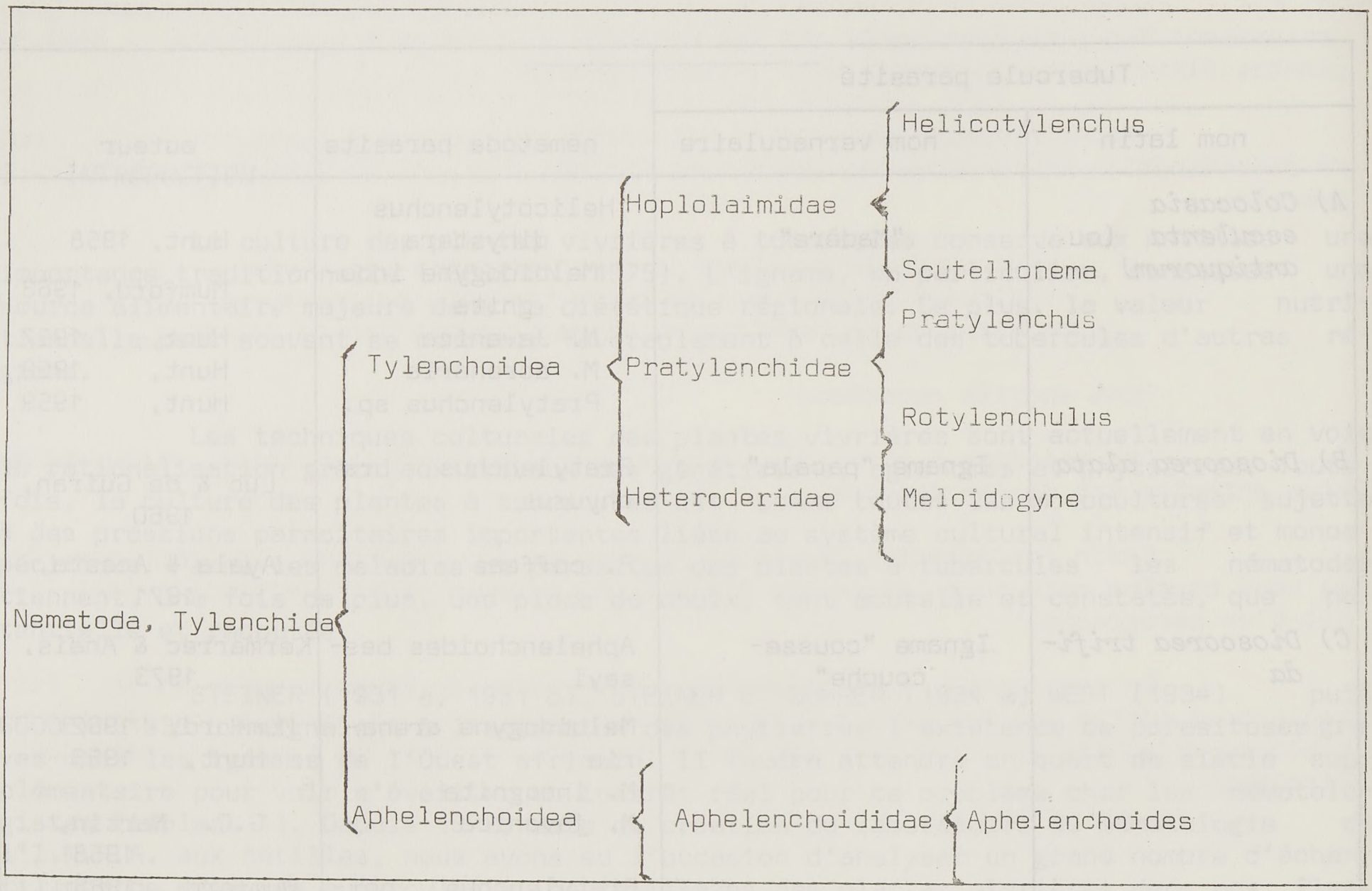
(°) Station de Zoologie et Lutte Biologique - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)

(°°) Station de Recherches sur les Nématodes - Boulevard du Cap 06602 ANTIBES

Tableau 1 - Premières signalisations des principaux nématodes parasites des tubercules tropicaux. La liste des parasites n'est pas exhaustive ; il existe au bas mot 25 espèces de vers parasites signalés sur *Ipomoea batatas*.

Tubercule parasité		nématode parasite	auteur
nom latin	nom vernaculaire		
A) *Colocasia esculenta* (ou *antiquorum*)	"Madère"	Helicotylenchus dihystera	Hunt, 1958
		Meloidogyne incognita	Mumford, 1963
		M. Javanica	Hunt, 1957
		M. acrenaria	Hunt, 1959
		Pratylenchus sp.	Hunt, 1959
B) *Dioscorea alata*	Igname "pacala"	Pratylenchus brachyurus	Luc & de Guiran, 1960
		P. coffeae	Ayala & Acosta, 1971
C) *Dioscorea trifida*	Igname "cousse-couche"	Aphelenchoides besseyi	Kermarrec & Anais, 1973
		Meloidogyne arenaria	Mumford, 1962
		M. incognita	Hunt, 1953
		M. javanica	G.C. Martin, 1958
		Pratylenchus coffeae	Mumford 1963
		Scutellonema bradys	Steiner et Le Hew, 1933
D) *Ipomoea batatas*	"Patate douce"	Rotylenchulus reniformis	Lordello, 1959
		Meloidogyne incognita	Peacock 1956
		Hellicotylenchus sp	Sasser, 1954
		H. multicinctus	Martin & Birchifield, 1955
		Pratylenchus brachyurus	Luc & de Guiran 1960
E) *Xanthosoma Sagittae-folium*	"Malanga"	Meloidogyne javanica	Luc & de Guiran 1960
			Mumford, 1960
			Hunt, 1958

Tableau 2 - Position systématique des principaux genres de nématodes phytoparasites trouvés sur plantes à tubercules aux Antilles Françaises.



A - Les *Tylenchoidea*

Les parasites tylenchides appartiennent à plusieurs familles aux biologies et éthologies parasitaires assez dissemblables : les *Hoplolaimidae*, les *Pratylenchidae* et les *Heteroderidae*.

A_1 - Les *Hoplolaimidae* :

Dans nos régions deux genres peuvent être mis en évidence sur les plantes à tubercules : *Helicotylenchus* ou nématode spiralé (spiral nematode) et *Scutellonema* ou nématode de l'igname (yam nematode). Si *Helicotylenchus dihystera* se trouve présent dans plus de 90 % de nos analyses de sols, *Scutellonema bradys* n'a encore jamais été mis en évidence dans les Antilles Françaises (KERMARREC et ANAIS 1973 a).

H. dihystera est un ectoparasite mobile très fréquent dans les cultures maraîchères et vivrières (solanacées, cucurbitacées, légumineuses potagères, choux, salades, dioscoreacées, ...). Sa biologie est du type le plus simple : la jeune femelle est fécondée par un mâle (ou est parthenogénétique) et se nourrit en ponctionnant le cytoplasme des cellules les plus actives des radicelles en croissance. La ponte a lieu dans la rhizosphère et les larves (L_1 à L_4) subiront les 4 mues indispensables à l'accession à l'état adulte.

Helicotylenchus dihystera, décrit par COBB en 1893, est probablement l'espèce du genre la plus répandue dans le monde (SHER, 1966). Sa localisation est toute-

fois limitée aux régions tropicales et subtropicales. Sa gamme d'hôtes, très étendue, comporte évidemment beaucoup de plantes des pays chauds comme la canne à sucre, le café, les citrus, le riz, le thé, la banane et l'ananas, le cacoyier, le palmier dattier. En Amérique centrale, elle est présente dans pratiquement tous les pays. On la trouve dans beaucoup de type de sols et sa plasticité n'est limitée, semble-t-il, que par ses exigences thermiques. Malgré sa présence en nombre parfois considérable dans le sol, on ne l'a que rarement signalée dans les racines. SHER (ibid) l'a toutefois indiqué comme endoparasite de l'aubergine et ORBIN (1973), du soja. Sa nocuité n'a que rarement été étudiée et ORBIN (ibid) n'a pu montrer son effet délétère sur soja, qu'en présence de *Rhizoctonia solani* dont il accuse les effets. STEWART et SCHINDLER (1956) ont pu accroître la pathogénie et la pénétration de la bactériose de l'oeillet en y associant *H. dihystera*.

Scutellonema bradys est également un est également un ectoparasite mobile pour une partie de son cycle. Toutefois, dès la tubérisation de l'igname, le nématode pénètre le cortex du tubercule et y continue son développement. De très fortes populations peuvent être atteintes dans les tubercules stockés pour servir de semence. Sa nuisance est triple : faible récolte, perte en stock et inoculation de terres saines à partir de semences infectieuses. La gamme d'hôtes est importante (ADESIYAN, 1976) et une première mise au point pour les Antilles Françaises a été faite par ailleurs (KERMARREC et ANAIS, 1973a). Une enquête récente a pu montrer qu'aucune des îles des Grandes Antilles n'est indemne.

A_2 - Les *Pratylenchidae* :

Deux genres dans cette famille ont un impact très important sur les cultures vivrières : *Pratylenchus* ou nématode des lésions racinaires (root-lésion nematode) et *Rotylenchulus* ou nématode reniforme (reniform nematode). La biologie se complique quelque peu : *Pratylenchus* est un endoparasite racinaire migrant et *Rotylenchulus* un semi-endoparasite sédentaire.

Pratylenchus coffeae ZIMMERMAN, 1898 est l'espèce inféodée aux tubercules aux Antilles et peut-être retrouvé dans leurs tissus comme *S. bradys* (ACOSTA et AYALA 1975). Le parasite migre dans les racines en détruisant les cellules au cours de cette progression. Il est capable de sortir d'une racine pour en chercher une autre plus propice. Son action est une des plus traumatisante pour le végétal. *P. brachyurus*, bien que présent aux Antilles, y est moins lié aux plantes vivrières qu'en Afrique (CANENESS, 1967). Ainsi, des tubercules apparement sains à l'arrachage (igname, patate,...) seront couverts de crevasses après 4 à 5 mois de stockage (KOEN et HOGEWIND, 1967).

Il va sans dire que le pouvoir germinatif est proche de zéro dans ce cas. EDWARDS et WEHUNT (1973) ont pu montrer que *P. coffeae* a un spectre d'hote couvrant près de 20 familles végétales.

Pratylenchus coffeae est considéré par THOMPSON et al (1973) comme le le principal parasite de l'igname en Jamaïque. Il est aisément reconnaissable des autres espèces du genre par sa tête arrondie au sommet, portant deux anneaux, sa queue amincie, l'existence d'une spermathèque, ovale à sphérique et fonctionnelle, la présence de nombreux mâles et surtout l'existence d'un sac post-vulvaire extrêmement développé. C'est une espèce tropicale et subtropicale. Elle a été signalée en Afrique, en Asie et en Australie. BRIDGE ne l'a pas trouvé sur *Dioscorea* au Nigeria, où il paraît être remplacé par *P. brachyurus*. ACOSTA et AYALA (1975) considèrent que les dommages causés à l'igname par ce nématode à Porto-Rico sont plus importants que ceux dûs à *Scutellonema bradys*. Il est commun en Amérique Centrale. Nous l'avons trouvé dans les zones fraîches et spécialement dans les alluvions en bordure des cours d'eau

Rotylenchulus reniformis est décrit par LINFORD et OLIVERA sur racines de *Vigna sinensis* aux iles Hawaï en 1940. Il a été dès cette année reconnu susceptible de contaminer plus de 65 espèces végétales appartenant à 30 familles diffé-

rentes (LINFORD et YAP, 1940 ; PEACOCK, 1956 ; KERMARREC, 1972 ; KERMARREC et ANAIS, 1973 a), parmi lesquelles l'ananas, la betterave, le chou et le choux fleur, le concombre, la carotte, la laitue, le haricot, l'aubergine, la pomme de terre, le maïs, les citrus, l'avocatier. Selon les auteurs déjà cités, l'oeuf éclot 8 jours après la ponte. Le développement larvaire toujours libre dans le sol requiert encore 8 jours et les femelles commencent leur ponte 9 jours après leur pénétration dans la racine. Le cycle peut varier notablement selon l'hôte et les conditions de développement.

C'est un semi-endoparasite strict et sédentaire, toutefois les femelles ne pénètrent jamais totalement les racines et il n'occasionne pas de déformation notable. Le nombre d'oeufs déposés dans une matrice gélatineuse est supérieur à 120.

C'est un des plus importants nématode d'Amérique centrale (STEINER, 1959) d'abord par les dégâts qu'il occasionne mais également par son action sur les trachéomycoses et notamment la fusariose du coton (NEAL, 1954).

On l'a également signalé en plusieurs pays d'Afrique (CAVENESS, 1967) mais en faible fréquence. Ainsi, sur *Dioscorea*, BRIDGE (1973) ne l'a trouvé au Nigeria, associé à *Meloidogyne*, que sur moins de 1% des tubercules commercialisés et son incidence sur la culture n'a pu être démontrée.

A_3 - Les *Heteroderidae*

Meloidogyne également semiendo-à endoparasite strict le nématode à galles est certainement le mieux connu parmi tous les phytoparasites par les nodosités, parfois monstrueuses, qu'il induit au niveau des tissus racinaires.

La femelle féconde est un sac à oeuf rond, pondant de 300 à 1 000 germes. Elle est installée dans un tissus à morphologie anormale (hyperplasies, polynucléies, vaisseaux ligneux anormaux....) qu'elle induit par des substances exocrines. La ponte peut avoir lieu dans la galle si celle-ci est polygyne ou dans le milieu extérieur dans une gélatine protectrice. Ces modes de reproduction laissent supposer une survie de l'inoculum dans le sol potager. MARTIN (1967) a montré pour *M. javanica* une survie de plus de 51 mois en friche nue ! Le cycle est bouclé en 40-45 jours aux Antilles où les sols ont une température de 25 à 30°C.

Parmi les espèces signalées (tableau 1) par divers auteurs : *M. arenaria* (Hunt 1959) *M. incognita* (Hunt, 1953) et *M. javanica* (Hunt, 1957) nous ne tiendrons compte pour les Antilles Françaises que de *Meloidogyne* du groupe *incognita*. Certaines variétés d'ignames se sont avérées très sensibles.

B - Les *Aphelenchoidea*

Les représentants de cette superfamille sont avant tout, soit des parasites d'insectes, soit des mycophages et moins de 10 genres sont effectivement liés aux cultures : *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Bursaphelenchus*, *Rhadinaphelenchus*...

Dans les tubercules lésés les deux premiers genres sont souvent bien représentés par *Aphelenchus avenae*, *Aphelenchoides bicavdatus*, *A. curiolis*, *A. dactylocerus*, *A. subtenuis*... Leur statut trophique est très probablement celui de *mycophages*, tirant leur subsistance des mycelia saprophytes ou parasites des crevasses et blessures des tubercules. Ils se maintiennent en populations importantes dans les tubercules en conservation et participent alors à la dégradation de la semence.

KERMARREC et ANAIS (1973 b) ont mis en évidence un nouveau parasite de l'igname Cousse-Couche en Guadeloupe : *Aphelenchoides besseyi*, un des principaux parasites mondiaux du riz *(Oryza sativa)* auquel il inflige le "white tip disease". Ce parasite a été trouvé nécrosant les feuilles et les tubercules d'un seul plant de *Dioscorea trifida*.

Le syndrôme est proche de celui du chysanthème attaqué par *A. ritzema-bosi* ou encore du fraisier par *A. fragariae*.

II - ECOLOGIE DES NEMATODES SELON LA PLANTE A TUBERCULES

La région néotropicale présente une agriculture en mutation juxtaposant des techniques traditionnelles avec des techniques modernes. L'introduction de cultures coloniales sur de grandes surfaces a entrainé un accroissement des problèmes phytiatriques en liaison directe avec l'homogénéité génétique des populations hôtes. C'est le cas de la banane, du cacao, etc. Même si l'agriculture traditionnelle empirique et polyclonale reste la forme dominante, les pertes de production dûes aux parasites ont déjà atteint des niveaux d'intolérance dans la plupart des pays.

Ces généralités s'appliquent de plus en plus aux cultures vivrières dans tout l'intertropique. Aux Antilles, le potager créole polyspécifique et génétiquement hétérogène se trouve remplacé peu à peu par des cultures monospécifiques sélectionnées pour leurs qualités agrotechniques et culinaires. Nous verrons la fragilité immédiate de telles agrocénoses, faisant intervenir des plantes à tubercules dans un contexte aclimacique en continuelle rupture d'équilibre.

A - La pomme de terre, *Solanum tuberosum L.*

D'origine montagnarde, cette plante a son optimum de croissance entre 12° et 18°. A Matouba (Guadeloupe), entre 500 et 700 m d'altitude, une production de pommes de terre nouvelles a été tentée de février à avril. Cette production de luxe a été menée à partir de la variété SIRTEMA sur un sol à allophanes au pH voisin de 6 (MESSIAEN, 1975). Une série d'analyses nématologiques ont confirmé l'absence en Guadeloupe de *Heterodera rostochiensis*, le nématode doré de la pomme de terre.

Tableau 3 - Physionomie d'une communauté nématologique moyenne (8 échantillons) en culture de Pomme de Terre (S. tuberosum) en Guadeloupe. Population pour 100 g de sol frais ; P % : taux de phytophages.

Population totale :	1 375
Saprophages :	525
Phytophages :	825
dont :	
H. dihystera	750
Pratylenchus sp	25
R. reniformis	25
M. incognita	25
P %	60 %

B - Le madère, *Colosasia esculenta* ou *C. antiquorum*

Le système racinaire du Madère est très avide d'eau et résiste bien à l'asphyxie : on le cultive généralement dans les fonds hydromorphes (lits de cours d'eau, arrières mangroves palustres). Les sous bois forestiers, au microclimat humi-

de, sont souvent colonisés par l'homme qui implante une culture pionnière de madère.

Tableau 4 - Transformation d'une communauté nématologique en sol hydromorphe (HR:73%) par une plantation de *Colocasia* sp. P % = taux de phytophages dans la population ; (+) présence faible.

Pour 100 g sol	défriches de forêt	Culture de Madère en hydromorphie			
Population totale	500	600	1 100	1 150	1 800
Saprophages	350	75	325	200	100
Helicotylenchus	75	275	775	950	1 700
Meloidogyne	25	250	+	+	+
Rotylenchulus	25	-	-	-	-
Pratylenchus	25	-	-	-	-
P %	30	88	70	83	94
Dans 100 g de racines : Meloidogyne (larves)	-	7 180	15 130	4 370	8 430

La pression écologique exercée par la monoculture de madère déforme profondément la structure du peuplement : l'ectoparasite *Helicotylenchus dihystera* pullule dans la rhizosphère et les larves endoparasites de *Meloidogyne* peuplent les tissus racinaires. Le taux de phytophages est doublé, voire triplé, dans la communauté.

C - Le Malanga, *Xanthosoma sagittaefolium*

Nous avons regroupé dans ce paragraphe le véritable calalou *(X. brasiliense)* riche en acide oxalique avec le malanga *(X. sagittaefolium)*. Cultivé pour ses feuilles ("épinards pays") dans une parcelle du domaine expérimental de l'I.N.R.A. les racines du *X. brasiliense* hébergeaient aussi bien *Pratylenchus coffeae* que *P. zeae* d'ordinaire plutôt inféodé aux graminées. Pour 100 *P. coffeae* présents dans 100 g de sol de la rhizosphère de calalou, on en trouve 37 fois plus dans un poids équivalent de racines fraiches.

En ce qui concerne le malanga en Guadeloupe, la physionomie du parasitisme est la suivante (tableau 5). Le nématode réniforme et le nématode à galles se partagent le niveau trophique des phytophages.

Tableau 5 - Etat des populations nématologiques après 45 jours de culture de Malanga *(X. sagittaefolium)* selon le précédent forêt ou potager : (+) : présence faible.

	après forêt secondaire	après cultures potagères		
Population totale	625	800	1 275	1 325
Saphophages	525	344	525	500
Mycophages	100	106	275	100
Carnivores	0	31	0	0
Phytophages	0	319	475	725
Rotylenchulus	0	294	475	700
Meloidogyne	0	25	+	25
P %	0	40	90	55

Notons également que dix sept agriculteurs du Vauclin (Martinique) ont vu leurs "choux-caraïbes" (malanga) disparaître au bout de 4 mois de culture. Les analyses nématologiques ont mis en évidence un parasitisme très sévère par *Helicotylenchus dihystera* (tableau 6).

Tableau 6 - Population nématologique pour 100 g de sol frais sous malanga dépérissants au Vauclin (Martinique) ; P % = taux de phytophages.

Population totale	1 056	2 480
Sapophages	100	150
Helicotylenchus	880	2 230
Pratylenchus	76	100
P %	91	94

D - Les ignames *Dioscorea alata* et *D. trifida* :

La recherche de clones améliorés a eu pour les *Dioscorea* sp une réponse immédiate sur le plan phytoparasitaire : de sévères dégats nématologiques se sont déclarés sur certains pacala et cousse-couches. Plusieurs physionomies extrêmes de parasitismes ont été rencontrées (tableau 7).

Tableau 7 - Analyses des rhizosphères de Cousse-Couches en Martinique (Morne Vert) et en Guadeloupe. P % : taux de phytophages dans le sol ; nd : non déterminé.

Variété	I. N. R. A. 31				I.N.R.A.25
Localité	Morne Vert	Duclos		Baie Mahaut	Abymes
Population totale pour 100 g de sol	850	2 200	3 575	3 275	550
Saprophages	200	75	225	150	350
Rotylenchulus	625	1 950	3 075	3 100	25
Meloidogyne	-	-	100	-	175
Helicotylenchus	25	-	-	25	-
Pratylenchus	-	175	175	-	+
P %	76	97	94	95	36
Dans 100 g de tissus		Racines			Tubercule
Rotylenchulus		2 800	600		/
Meloidogyne (L)	nd	-	-	nd	80
Pratylenchus		-	-		1 620

Le tableau 7 montre que des mortalités de plants de Cousse-Couche peuvent avoir diverses origines parasitaires. En Martinique, à Morne Vert en 1973, il a été observé plusieurs dizaines de milliers de larves de *Meloidogyne incognita* sous l'igname Cousse-Couche I.N.R.A. 31 ainsi que sous la variété pacala. La mortalité a été totale après une végétation ralentie, un noircissement des feuilles et une déssèchement général avec nécroses apicales. A Baie-Mahaut de Guadeloupe les *Rotylenchulus* (tableau 7) ont également tué les plants de Cousse-Couche I.N.R.A. 31. Sur les terrains ferrallitiques non chaulés du Centre I.N.R.A. (Domaine Duclos) après une culture de patate douce, les plants de Cousse-Couche I.N.R.A. 25 ont présenté une dégénérescence foliaire anticipée d'un mois. Les tubercules étaient porteurs de galles de *M. incognita* (figure 1).

Les nécroses et crevasses du tubercule étaient peuplées par les saprophages et mycophages suivants :

Panagrolaimus sp,
Rhabditis sp,
Aphelenchoides bicaudatus,
A. curiolis,
A. dactylocercus et
A. subtenuis

Rappelons que nous avons mis en évidence (KERMARREC et ANAIS, 1973) un foliaire et racinaire de *A. besseyi* sur igname cousse-couche.

Le parasitisme peut-être assez dissemblables selon que l'on analyse les tissus du tubercule ou ceux des racines et radicelles (tableau 8).

Tableau 8 - Parasitisme au niveau des tubercules ou des racines et symptômes sur *D. trifida* (cousse-couche, I.N.R.A. 25).

	Capesterre (après bananier)		Petit-Bourg (après savane)
Symptômes	Néant	Crevasses profondes	Crevasses profondes
dans 100 g de tubercule	40 Aphelenchoides 28 Panagrolaimes	3 974 P. coffeae 75 Panagrolaimus	5 200 P. coffeae 204 Aphelenchoides 80 Rhabditis
dans 100 g racine	120 P. coffeae 70 M. incognita	non analysé	26 600 P. coffeae 170 Aphelenchus

Il a été mis en évidence qu'un grand nombre de clones du groupe *trifida* var. *guenuina*, sinon tous, présentent un caractère d'hôte pour *P. coffeae*.

Tableau 9 - Homogénéité du spectre de parasitisme sur une séquence de clones de cousse-couches. En individus pour 100 g de sol frais.

		Rotylenchulus	Meloidogyne	Pratylenchus
Variété	74 -1-150	325	200	525
	74 -1-151	250	75	675
	74 -1-152	200	75	300
	74 -1-152	100	75	475

Enfin, il apparait que les précédents banane, savane et potager sont potentiellement dangereux pour l'igname. Inversement, un essai de rotations intercalant la patate douce et l'igname entre le *Digitaria decumbens* variété pangola et le sorgho suddan n'élimine pas *M. incognita*. De plus, *P. coffeae* et *P. zeae* peuvent être présents ensemble ; le premier développant ses populations sous igname et le second sous le sorgho venu remplacer les plantes à tubercules. Il n'est pas impossible que les deux espèces de *Pratylenchus* se soient alimentées de concert sur les racines des vivrières comme nous l'avons mis en évidence sous *X. brasilense* (calalou).

E - La patate douce, *Ipomoea batatas*

La patate douce est, avec l'igname cousse-couche et le malanga, une des rares plantes cultivées en Amérique avant la conquête espagnole (Perou, Yucatan, Mexique, Caraïbe). Dicotylendone convolvulacée, elle se détache des plantes précédentes par la liste impressionnante des parasites racinaires. Scottola Massèse (1969) dénombrait au moins 13 genres de nématodes phytophages infeodés à cette culture ;

BRATHWAITE (1972) lui donne également une note de parasitisme proche du double de celle attribuée aux autres plantes à tubercules.

Scotto la Massèse signalait déjà en 1969 des populations atteignant 2 500 *R. reniformis* pour 100 g de sol sous *I. batatas*. Nous avons trouvé sous cet hôte les quatre genres cités pour les autres plantes à tubercules avec toutefois une dominance nette du nématode réniforme.

Tableau 10 - Populations de *R. reniformis* sur *I. batatas* en sol ferrallitique (Domaine Duclos) : sol et racines, sept échantillons classés.

Stades libres (100 g de sol)	2 525	1 700	1 375	1 170	570	500	400
femelles fixées (100 g racines)	650	1 030	1 075	730	290	950	950

Ce nématode réniforme à une gamme d'hôte très large (KERMARREC, 1972) et le tableau 11 montre une sélection nette touchant les populations de ce parasite selon le type de végétal cultivé sur la même parcelle.

Tableau 11 - Sélection des peuplements par la plante hôte et affinité de *R. reniformis* pour les maraichages et vivrières ; (-) : non détecté ; P % : taux de phytophages dans le sol.

	Graminée				Maraichages et vivrières		
	Sorgho				Aubergine	Concombre	Patate
Population totale	1 400	775	800	625	6 050	2 700	1 800
Saprophages	200	300	100	300	250	200	125
Rotylenchulus	125	350	450	125	5 600	2 350	1 675
Helicotylenchus	25	25	50	25	50	50	-
Pratylenchus zeae	1 000	50	125	175	-	-	-
P. coffeae	-	-	-	-	25	25	-
Meloidogyne	50	50	75	-	125	75	-
P %	86	61	88	52	96	93	93

La variété de Patate douce "Duclos" (11-28-12-73) s'est montré très bon hôte pour *R. reniformis* et le schéma parasitaire reste proche de celui rencontré sur aubergine L 17 (tableau 12).

Tableau 12 - Comparaison des structures des peuplements nématologiques entre maraichages en sol ferrallitique "fatigué".

Cultivar	Haricot	P. douce	Concombre	Aubergine
	Contender	Duclos 11 - 28 12 - 73	Gémini	L 17
Population totale sol (100)	849	3 042	1 588	2 100
Saprophages	155	275	337	124
Mycophages	6	12	69	63
Carnivores	44	25	19	6
Phytophages	644	2 730	1 163	1 907
Meloidogyne	75	106	269	294 (3)
Rotylenchulus	506	2 562 (1)	719	1 438
Pratylenchus	44	37	12	6
Helicotylenchus	19	25	163	169
P %	76	90	73	91
100 g racines femelles de :				
Meloidogyne	80	0	50	25
Rotylenchulus	0	230 (2)	160	180

(1) : avec un maximum à 5000
(2) : idem à 300
(3) : idem à 475

IV - CONSIDERATIONS GENERALES DE QUARANTAINE, DE CONTROLE ET DE STRATEGIE PROPHYLLACTIQUE

A - La quarantaine

DEGRAS et KERMARREC (1976) ont pu montrer que des variétés de plantes vivrières importées en Guadeloupe étaient infectueuses pour *Scutellanema bradys*, et *Meloidogyne incognita*, sans insister sur les pseudococcines. Ainsi, ce fut le cas des variétés Renita et Sweet de Jamaïque ; des variétés SEA 163, SEA 184 et FORASTERO 15 340 de Porto-Rico ; ainsi que de *D. alata*, *X. sagittaefolium*, *X. violaceum*, *C. esculenta* et *I. batatas* de Cuba.

La législation phytosanitaire est en évolution et tiendra compte sous peu de l'origine des tubercules en interdisant l'importation en provenance des régions infestées par *Scutellonema bradys*. Cette mesure permettra de retarder l'introduction massive de ce parasite dans les Antilles Françaises. Il restera toutefois à veiller au laxisme phytosanitaire, aux aéroports en particulier, ou les importations végétales individuelles reste autorisées.

La législation protège certes les ignames autochtones mais, il faut conserver à l'esprit que d'autres tubercules sont souvent vecteurs de *Pratylenchus*, de *Meloidogyne* et de *Aphelenchoides* spp pour lesquels la notion de pathotypes est loin d'être cernée. Dans un système insulaire étroit, donc fragile, il est important de veiller aux relations hôtes-pathogènes afin d'éviter d'introduire une discontinuité dans le régime de coexistence en équilibre de diverses races de pathotypes : cette discontinuité a pour synonyme catastrophe (DEMARLY, 1977). Très récemment DALMASSO et BERGE (comm. pers.) ont pu mettre en évidence la grande homogénéité des populations de *Meloidogyne incognita* en Guadeloupe. Il faut veiller a éviter l'apport d'une nouvelle race exochtone.

B - Le contrôle des parasites

Le contrôle idéal consiste à planter des semences saines dans un sol sain. Les deux cas sont rarement obtenus ensemble. Une semence saine proviendrait d'un sol sain et ceci est déjà délicat.

DEGRAS et KERMARREC (1976) ont montré que des semences peuvent-être détruites sans perdre pour autant la future plante dont le bagage génétique peut s'avérer interessant dans les études variétales.

L'élimination de *Scutellonema bradys*, de *Pratylenchus coffeae* ou de *Meloidogyne incognita* profondément installés dans les crevasses d'un tubercule reste aléatoire par les méthodes thermiques ou chimiques. L'efficacité de telles méthodes est en raison inverse avec le pouvoir germinatif ou la vitalité des semences. Les méthodes curatives sont absolues à des températures subléthales à léthales pour le métabolisme du végétal (destruction des enzymes respiratoires du cycle Krebs et du catabolisme glucidique de la levée). L'utilisation de systémiques par trempages est possible ; mais, au sein de la famille des carbonates, les produits de métabolisation par les cellules végétales sont des inhibiteurs d'estérases entrainant des phytotoxités plus ou moins fortes. Le coût et les taux de résidus sont de plus des aspects peu étudiés.

Un sol sain est, sauf après défriche de forêt, difficile à trouver. Le complexe parasitaire des graminées (sorgho, canne) serait le précédant le moins dangereux. L'exemple des cultures de Malanga du Vauclin (Martinique) montre que, dans certaines situations, la 4eme année de monoculture entraîne un dépassement du seuil de tolérance des plantes.

La recherche de tolérance chez le végétal, recadrée dans la stratégie intégrée d'un système de culture de multilignes est une voie à prospecter en concertation entre les généticiens, phytotechniciens et parasitologues.

III - DISCUSSION

La production des glucides à l'hectare par les plantes à tubercules sous les tropiques est égale ou supérieure à celle des céréales tempérées (MESSIAEN, 1975)

Plante	Production	Durée de la culture
Igname pacala	40 T / ha	5 - 10 mois
Madère	40 T / ha	-
Malanga	12 T / ha	
Patate douce	12 T / ha à 50 T / ha	4 mois 12 mois

En effet, les tropiques ont toutes les caractéristiques contribuant à l'installation de systèmes agricoles hautement productifs et, de ce fait, la plupart des records de rendements en termes de calories par hectare sont obtenus sous ces latitudes. D'un autre côté, le développement intensif de ces agrosystèmes sur de grandes surfaces a fait apparaître des facteurs limitants tout à fait considérables.

Les tropiques sont des régions aux difficultés latentes.

L'ichalis, ou brûlis de forêt replanté en tubercules, est le système d'occupation du sol le plus simple, peu dangereux sous une faible pression démographique humaine, mais dévastateur dans l'état actuel du régime foncier. L'occupation d'un sol planté en tubercules pionniers est assez longue et son abandon n'est plus de mise étant données les pressions économiques. Les déformations de l'écosystème, jadis peu étendues causées par ce type d'agriculture sont devenus majeures : érosion et perte de structure des sols forestiers, physique de l'eau d'éviée, parasites et maladies en augmentation.

L'absence de variations saisonnières importantes complique les problèmes liés aux ravageurs : la diversité biotique, les cycles continus, ... sont autant de facteurs favorables aux agressions parasitaires parmi lesquelles la part revenant aux nématodes est en général difficile à délimiter. Le diagnostic se fait en fonction d'un niveau de population mais les seuils ne seront pas les mêmes dans deux biotopes différents car les facteurs physicochimiques limitants du sol, ainsi que le cortège des agressions biologiques, sont contemporains des attaques de nématodes.

On note parfois qu'un très bon hôte (sensible) fait baisser le niveau de population. Ce paradoxe s'explique par le fait que les racines, ne supportant plus la pression parasitaire, meurent. La culture suivante est alors plus saine que celle ayant subi un dépassement accéléré de sa capacité de charge en parasites. Cette dernière culture fait, grâce à ses racines moins sollicitées, redémarrer les populations de parasites qui se trouvent à un niveau élevé pour la plantation suivante : le cycle est bouclé avec un "tremplin" De plus, Mac Arthur (1972) a insisté sur le phénomène "d'entachement" des populations de parasites (patchines) : en zone tempérée, la présence ou l'absence peut être prédite par la connaissance des conditions minimales de l'habitat mais en zone tropicale de nombreuses localités, très aptes à les recevoir, ne contiennent pas les espèces.

Le phénomène est réel et l'explication n'est pas encore clairement perçue. En Martinique (Morne Vert, Vauclin), des hectares d'ignames *D. trifida* et de Malanga ont dégénéré dans des zones de cultures bien précises. Une approche intégrée entre disciplines permettra seule d'arriver à une réponse pour une agrobiocénose donnée et à une définition d'un système controlant insectes, maladies, adventices et nématodes.

Il reste toutefois évident qu'un des facteurs à la base de l'explosion d'une parasitose est la faible diversité spécifique végétale sur de grandes surfaces. Nous irons même plus loin en précisant que le défaut des variétés créés (I.N.R.A. 31 I.N.R.A. 25) est d'offrir aux parasites de vastes populations hôtes ayant une résistance identique et donc exerçant une pression de sélection identique sur les populations de nématodes.

La stratégie multiligne utilisant des phénotypes semblables mais à gènes de résistance différentes est une étape vers un retour à la diversité de la nature où les super-races n'ont jamais prédominé dans les populations sauvages.

Selon DEMARLY (1977), le risque de voir apparaître une super race du parasite, virulente à l'égard de tous les composants de la variété multilignée, n'est cependant pas nul et dans un régime tropical à "catastrophes", il serait rationnel de tenter des systèmes culturaux intégrés fondés sur des stratégies de plantations successives de multilignes dont les génotypes offrent des bandes permissives différentes

L'ethnobotanique a beaucoup à nous apprendre sur l'intelligence de l'empirisme des ichalis caraïbes et des chinampas aztèques où la méthode multiligne consistait à cultiver ensemble des plantes potagères à phénotypes mélangés (Messiaen, 1977).

Tubercule d'igname présentant des galles dûes à *Meloidogyne incognita*.
(Yam tuber (Cus Cush) covered with Meloidogyne galls.

BIBLIOGRAPHIE

AGOSTA (N.) et AYALA (A.). - Pathogenicity of *Pratylenchus coffeae*, *Scutellonema bradys*, *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchus reniformis* on *Disocorea rotundata*, J. of Nematology, 7, (1) pp. 1-6, 1975.

AYALA (A.) et ACOSTA (N.). - Observations on nematodes of yam *(Dioscorea alata)*. Nematropica, 1, 2, 39-40, 1971.

ADESIYAN (S.O.). - Host range studies of the yam nematode *Scutellonema bradys*. Nematropica, 6, 2, 1976 : 60-67, 1976.

BRATHWAITE (C.W.D.). - Plant parasitic nematodes associated with selected root-crops at the University of the West Indies, U.W.F. Départ. Cropscience, paper n° 6, sp., 1972.

BRIDGE (J.). - Nematodes as pests of yams in Nigeria. Meded. Fac Landbouwwet. Rijksuniv, Gent., 38, 3, 841-52, 1973.

CAVENESS (F.E.). - Nematological studies 1960-1965, USAID Nigeria, 135 pp. 1967.

DEGRAS (L.) et KERMARREC (A.). - Introduction, nematodes et bouturage des ignames. Nouv. Agron. Antilles-Guyane, 2, 1, 1-14, 1976.

DEMARLY (Y.). - Relations Hôte pathogène et stratégie des multilignes. Le Tocsin du radiateur, 1, 34-37. (Bulletin interne à l'I.N.R.A.). 1977.

EDWARDS (D.I.) et WEHUNT (I.J.). - Pl. dis. Reptr., 57, 1, 47-52, 1973. Hosts of *Pratylenchus coffeae* with additions from Central américan banana producing areas.

GOODEY (T.). - Observations on a nematode disease of yams. Journ. Helminth., 13 (3), 173-190, 1953b.

GOODEY (T.), GOODEY (J.B.) et FLANKIN (M.T.). - The nematode parasites of plants catalogued under their hosts, 1956.

GOODEY (J.B.), FRANKLIN (M.T.) and HOOPER (D.J.). - Supplement of the nematode parasites of plants catalogued under their hosts 1955-1958. Farnham Royal, England : Commonw. Bur. 66 p., 1959.

HUNT (J.). - List of intercepted plant pests, 1952. Service and regulatory announcements. U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Service, 59 pp., 1952.

HUNT (J.). - List of intercepted plant pests, 1956. U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Service, Pl. Quarant. Div., 63 pp., 1957.

HUNT (J.). - List of intercepted plant pests, 1957. U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Service, Pl. Quarant. Div., 66 p., 1958.

HUNT (J.). - List of intercepted plant pests, 1958. U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Service, Pl. Quarant. Div., 85 pp., 1959.

KERMARREC (A.). - Présence et importance du nématode reniforme (*Rotylenchulus reniformis)* aux Antilles. Nouv. Maraich. Vivr. I.N.R.A. aux Antilles, 4, 1-12 1972.

KERMARREC (A.) et ANAIS (J.). - Les nématodes de l'igname dans les Antilles. Journ., Maraich. Vivr. I.N.R.A. Antilles, Mai 1973. N° Spécial Nouv. Maraich. : Fatigue des sols, n° 6, sept. 1973a.

KERMARREC (A.) et ANAIS (J.). - Présence en Guadeloupe de *Aphelenchoides besseyi* Christie 1942. (Nemadoda, *Aphelenchoidae* dans le feuillage de l'igname cousse-couche : *Dioscorea trifida* L. Congrès OTAN, 1973, Maracay, Venezuela et Turrialba 23, 4, 389-393, 1973 b.

KERMARREC (A.) et ANAIS (J.). - Les nématodes et les cultures maraichères et vivrières des Antilles. Journ. Maraich. Vivr. I.N.R.A. Antilles, mai 1973. n°Spécial des Nouv. Maraich. Vivr. Fatigue des sols, n° 6, sept. 1973.

KOEN (H.) et HOGEWIND (W.L.). - S. Afr. J. agric. Sci., 10 (2), 543-549, 1967.

LINFORD (MB.) et OLIVEIRA (J.M.). - Rotylenchus reniformis, n. Gen., A. sp., a nématode parasite of roots Proc. Helm. Soc. 7, 35-42, 1940.

LINFORD (MB.) and YAP (F.). - Some host plants of the reniform nematode in HAWAI Proc. Helm. Soc. 7, 42-44, 1940.

LORDELLO (L.G.E.). - A Nematosis of yam in Pernambuco, Brazil, Caused by a new species of the genus *Scutellonema*. *Rev. Brasileria Biol.* Rio Janeiro. 19 (1) 35-41, 1959.

LUC (M.) et GUIRAN (de) G. - Les nématodes associés aux plantes de l'Ouest africain. Liste préliminaire. Agro. Trop. Nogent. 15 (4) 434-49, 1960.

MAC ARTHUR. - Geographical écology. Pattern in the distribution of species. Harper et Row, New York, 269 p., 1972.

MARTIN (G.C.). - Longevity of *Meloidogyne javanica* under conditions of bare fallow in Rhodesia. Rhodesia agric. J. 64, 5, 112-114, 1958.

MARTIN (G.C.). - Root - Knot nematodes *(Meloidogyne spp)* in the Fédération of rhodesia and Nyasaland, Nematologica 3, 4, 332-349, 1958.

MARTIN (G.C.) et BIRCHFIELO (W.). - Notes on plant parasitic nematodes in Lousiana Pl. Dis. Reptr., 39, (51), 3-4, 1955.

MESSIAEN (C.M.). - Le potager Tropical, 3 vol., Press Univ. France, Coll. "Techniques vivantes", 1975.

MESSIAEN (C.M.). - De l'ancienneté probable de la méthode "multiligne" Tocsin du radiateur, 2, 58-59, Bulletin interne à l'INRA, 1977.

MUMFORD (B.C.). - List of intercepted plant pests, 1959. U.S. Dép. Agric. Agric. Res. Service, Pl. Quarant. Div., 86 p., 1960.

MUMFORD (B.C.). - List of intercepted plant pests, 1961. U.S. Dép. Agric. Agric. Res. Service, Pl. Quarant. Div., 75 p., 1962.

MUMFORD (B.C.). - List of intercepted plant pests, 1962. U.S. Dép. Agric. Agric. Res. Service. Pl. Quarant. Div., 88 p., 1963.

NEAL (C.). - The reniform nematode and its relationship to the incidence of Fusarium wilt in cotton at Baton rouge, Louisiana Phytopath. 44, 447-450, 1954.

ORBIN (D.P.). - Histopathology of soy bean roots infested with *H. dihystera* J. Nematology, 5, 37-40, 1973.

PEACOCK (F.C.). - The reniform nematodes in the Gold Coast. Nature, Lond, 177, 489, 1956.

SASSER (J.N.). - Identification and host-parasite relation ships of certain root-knot nematodes *(Meloidogyne spp.)*. Bull. Md. agric. Exp. Stn., A-77, (Tech), 31 pp., 1954.

SCOTTO LA MASSESE (C.). - The principal plant nematodes of crops in the French West Indies. In "Nematodes of tropical crops" Ed. JE PEACHEY. CAB, n° 40, 164-183, 1969.

SHER (S.A.). - A revision of the *Hoplolaiminae V., Helicotylenchus*, Steine, 1945. Nematologica, 12, 1 : 1-57, 1966.

STEINER (G.). - *Tylenchus pratensis* parasitizing yams *(Dioscorea sp)* from West Africa Pl. Dis. Rept. (Washington) 15, 21, 1931 a.

STEINER (G.). - A nematosis of yams caused by a new species of Hoplolaimus. Pl. Dis. Rept., Washington, 15, 11, 121, 1931 b.

STEINER (G.) and R.R. LE HEW. - *Hoplolaimus bradys (Tylenchidae*, nematode) the cause of a disease of yam. Zool. Anz., (Leipzig) 101 : 260-264, 1933.

STEINER (G.) et BUHRER (E.M.). - Observations of interest on nematode diseases of plants. Pl. dis. Rept., 18, 7, 100, 1934 a.

STEINER (G.). - In CHRISTIE J.R. - "Plant nematodes" : their bionomics and control, Agric. Exp. Stn. Uni. Fla., 2, 56 p., 1959.

THOMPSON (B.O.) et PERRINS (C.). - Nematodes in stored yams. Exp. Agric. 9, 281-286, 1975.

WEST (J.). - Dry rot of yams. Bull. Imp. Inst., 32, 449-450, 1934.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 473-492, 1977.

DONNEES NOUVELLES SUR L'INVASION DE LA GUADELOUPE PAR *ACROMYRMEX OCTOSPINOSUS* REICH. *(FORMICIDAE, ATTINI)*

I - ASPECTS BIOGEOGRAPHIQUES ET PERSPECTIVES DE CONTROLE CHIMIQUE

G. MALATO(°) - A. KERMARREC(°°) - J.M. TROUP(°°°)

A - *INTRODUCTION*

Inconnue en Guadeloupe, il y a un quart de siècle, *Acromyrmex octospinosus*, plus communément nommée fourmi-manioc, est maintenant considérée par bon nombre d'agriculteurs comme le principal fléau de la Grande-Terre.

Les premières colonies furent découvertes par hasard en 1954 et s'étendent alors sur une superficie de 600 hectares dans la Commune de Morne-à-l'Eau (BLANCHE, 1962). Trente années après et en dépit de la lutte menée contre ce ravageur, sa zone de nidification s'est élargie à la quasi-totalité de la Grande-Terre n'épargnant plus que les communes extrêmes du Nord et de l'Est (TROUP, 1975) et débordant même sur la Basse-Terre. (Figure 1).

La Guadeloupe, avec environ 400 km^2 colonisés, n'est pas le seul pays de la zone caraïbe à héberger des Attines (WEBER, 1972) : TRINIDAD, CUBA, CARIACOU, le TEXAS, une grande partie de l'Amérique Centrale et du Sud (dont la Guyane) sont également infestés de fourmis champignonnistes, principalement du genre *Atta*. (Figure 2)

En ce qui concerne la Guadeloupe, vu sa position centrale au sein des petites Antilles à côté d'îles demeurés indemnes comme la Dominique, la Martinique, Ste Lucie, il est difficile de formuler une hypothèse quant à l'introduction de cette fourmi. On pense généralement qu'à la fin de la seconde guerre mondiale, l'importation de vivres du Sud de l'archipel par la main d'oeuvre anglophone du Sud de la Caraïbe a permis le transport accidentel des fourmis, le contrôle phytosanitaire aux frontières n'existant pas du tout à cette époque. C'est en effet, sur les terres de la sucrerie de Blanchet dans la commune de Morne-à-l'Eau, que fut découvert le foyer à l'origine des dizaines de milliers de nids actuels.

La lutte, menée depuis 1956, aura permis de détruire plus de 300.000 nids sur quelques 12000 hectares (TROUP, 1975).

B - *ELEMENTS DE BIOLOGIE*

L'aire actuelle de nidification d'*A. octospinosus* recouvre essentiellement les "mornes". Ces collines calcaires, caractéristiques du paysage de la Grande-Terre, sont couvertes d'une végétation spontanée en taillis d'épineux rendant leur pénétration difficile. Ces abris naturels sont utilisés par l'insecte pour nidifier et étendre progressivement son aire d'infestation. Les terres délaissées par l'agriculture sont constellées de nids de tailles fort diverses suivant la nature de l'abri utilisé : cailloux, bloc de tuf, racines, troncs d'arbres morts ou même d'anciennes termitières.

(°) Service de la Protection des Végétaux - B.P. 47 - 33150 CENON-LA-MORLETTE

(°°) Station de Zoologie et Lutte Biologique - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)

(°°°) Service Départemental de la Protection des Végétaux - B.P. 458 - POINTE-A-PITRE

C'est donc la micro-agriculture traditionnelle de subsistance, formée de subsistance, formée de petites parcelles de polyculture potagère (ignames, patates douces, manioc..) ainsi que d'arbres fruitiers isolés (agrumes, arbres à pain) qui subit les principales attaques des fourmis. Ces jardins créoles sont en effet installés, après défrisage au coutelas et brûlis, sur les flancs des mornes à proximité immédiate des nids.

Comme toutes les Attines, *Acromyrmex octospinosus* est une fourmi champignonniste associée à un champignon basidiomycète symbiotique *(Leucocoprinus gongylophorus)*, qui assure abri et nourriture à l'insecte social. La masse fongique, grisâtre, sorte de meule purement végétale à larges alvéoles (Figure 3) est enterrée plus ou moins profondement selon la nature du terrain et la taille de la colonie. Elle se trouve généralement à une trentaine de centimètres sous la surface du sol, abritée sous de gros blocs de calcaire ou encore dans la cloche formé par les fourches racinaires d'un arbre. Le jardin fongique de la société est organisé à partir des fragments de végétaux découpés par les ouvrières.

La colonie est constituée de plusieurs types d'individus, tous de sexe femelles. Autour de la reine, caractérisée par sa plus grande taille, s'activent trois catégories d'ouvrières de formats différents. Les plus grandes assurent la découpe des végétaux en fragments de 1 à 2 cm^2 et leur transport au nid. La colonne qu'elles forment entre le végétal attaqué et l'entrée du nid permet souvent de localiser ce dernier (figure 4).

Ces morceaux de végétaux (feuilles, fleurs, ou brindilles) sont acheminés de façon caractéristique au-dessus de la tête des récolteuses (d'où le nom de fourmi-parasol donné par les anglosaxons). Ce matériel est ensuite repris par de plus petites ouvrières et finement réduit en fragments inférieurs au mm . Le mycélieum du champignon est alors repiqué sur ce substrat par ces mêmes individus qui agencent ainsi progressivement la meule. La structure alvéolaire assure la ventilation, le maintien de l'humidité et l'abri pour la société. Les parties usées du compost sont enlevées et rejetées en continu à l'extérieur du nid dans ce qu'on pourrait nommer la "décharge de la société". Diverses substances excrétées par les fourmis joueraient le rôle d'engrais, d'insecticide et de fongicide assurant un bon entretien du jardin fongique en bloquant la prolifération d'autres microorganismes du sol susceptibles de nuire à l'équilibre de la culture.

La reine pond des oeufs en permanence. Leur transport et leur stockage, ainsi que la surveillance de leur développement sont confiés aux fourmis les plus petites qui s'occupent de l'entretien général et de l'alimentation du couvain. A tous les étages de la société, la principale source de nourriture est assurée par les filaments mycéliens qui sont en permanence broutés. Le produit digéré sera échangé par trophallaxie entre tous les individus. Ce n'est donc pas le végétal découpé à l'extérieur qui est mangé mais le jus du champignon que la fourmi cultive sur ce support de multiplication.

C - *HISTORIQUE DE LA LUTTE*

L'habitat souterrain de l'insecte, la dispersion d'une multitude de nids souvent très petits, et le grand nombre de sexués produits annuellement par chaque colonie dans une topographie difficile sont autant de facteurs accroissant la difficulté de la lutte contre cette Attine. A ceci viennent s'ajouter des considérations sociales, éthologiques et physiologiques qui seront développées plus loin.

La destruction des individus présents en surface est totalement inopérante car ces récolteuses ne représentent qu'une infime partie de la population d'un nid qui reste à l'abri sous terre et constitue le réservoir à détruire pour mettre fin aux dégats sur les végétaux cultivés.

La Guadeloupe n'a entrepris la lutte qu'en 1956, soit 2 ans après la découverte du premier foyer. La technique utilisée alors consistait, après repérage des nids, à les traiter par aspersion d'une solution insecticide d'*aldrine* ou *d'heptachlore* (2 %), substances dotées d'un bon effet de choc. Cette méthode présentait divers inconvénients : nécessité de découvrir chaque nid à traiter par une défrichage manuel quasi total de la zone prospectée et besoin d'eau pour la confection des solutions transportées à dos d'homme dans des zones très accidentées. De plus, un certain nombre de nids trop petits ou bien cachés échappaient toujours au traitement et constituaient le point de départ d'une réinvasion de la zone.

Dès 1963, le Service de la Protection des Végétaux appliqua une nouvelle technique d'appâtage utilisant le comportement de fourmis récolteuses pour véhiculer le toxique au sein de la colonie. Cet appât était réalisée de façon artisanale, en utilisant des résidus de l'industrie sucrière (bagasse et mélasse) et de l'aldrine à 1% (BLANCHE, 1965). Il fut employé avec succès pendant 10 ans mais ses défauts majeurs (fermentation, moisissure, texture irrégulière, durée d'action limitée) ont conduit à son remplacement par un appât commercial plus pratique, le MIREX 450. Cette dernière formulation granulée, à base de pulpe d'agrumes et de perchlordécone, est encore utilisée en 1978.

Le défrichage des terrains infestés a été quelque peu allégé, les layons de repérage étant tracés tous les 2 mètres environ. L'appât est cependant encore déposé à raison d'environ 30 gr dans l'entrée de chaque nid. Si le toxique en lui même est très efficace, le MIREX 450 n'est toutefois pas idéal. Son attractivité est encore trop faible pour qu'on l'épande à même le sol sans rechercher chaque entrée de nid et ceci nécessite donc une main d'oeuvre abondante et chère. De plus, sa résistance à l'humidité reste trop faible et limite son efficacité en saison humide du fait d'attaques de moisissures au sol et de son délitage sous la pluie. Enfin, le perchlordé- est un organochloré qui échappe encore à l'interdiction d'emploi frappant en France presque tous les produits de cette famille. Sa rémanence et sa toxicité vis-à-vis de l'environnement, soulignés par les travaux américains lors d'emploi massif, incitent les chercheurs à trouver un substitut. (MALATO et KERMARREC, 1976).

En définitive, à la lumière des diverses expériences menées autant en Guadeloupe que dans les autres pays menacés par les Attines la fiche technique d'un formicide idéal est la suivante :

- ce doit être un appât, attractif à longue distance, stable à la chaleur, à l'humidité et aux moisissures ; d'un format adopté au ramassage par les fourmis récolteuses et au transport à l'intérieur du nid souterrain.

- la matière active doit être spécifique pour éviter les atteintes à l'environnement : biodégradable, non toxique pour l'homme et les animaux domestiques ou utiles. Elle doit surtout être dotée d'une action retard afin d'atteindre les colonies souterraines par la trophallaxie au travers de l'estomac social.

La réalisation de cet appât devrait être si possible artisanale pour ne pas alourdir le coût de la lutte. (CHERRETT et al, 1973).

D - RECHERCHES EN GUADELOUPE ET PERSPECTIVES

Le MIREX 450, bien que ne satisfaisant pas entièrement aux conditions précédentes, renferme actuellement la seule molécule dotée d'un effet retard convenable. Dans ce contexte, il est logique d'orienter les recherches vers l'utilisation des derniers insecticides développés par l'industrie et de faire appel à des substrats attractifs locaux.

Tant en Guadeloupe qu'à l'étranger un grand nombre d'essais ont été conduits à l'aide des sous-produits de l'industrie des jus de fruits. La pulpe d'agrumes

déshydratée constitue en effet un support attractif parfaitement utilisable dans le contrôle d'*Acromyrmex octospinosus*. Toutefois, la dispersion des vergers, leur faible surface et l'absence de concentration des productions dans une industrie de jus en Guadeloupe font que nos travaux appliqués ne peuvent être fondés sur l'agriculture.

Parmi les autres sous-produits secs des industries alimentaires locales, certains résidus de la meunerie essayés sur nids de laboratoire se sont révélés interessants (tableau 1).

Dans la gamme des aliments industriels destinés aux bovinas, ovins, et animaux de basse-cour, *Acromyrmex* s'intéresse particulièrement aux granulés destinés aux poulets en croissance et aux poules pondeuses. Calibrés de façon très similaire au MIREX 450, les granulés "poulette croissance", les plus attractifs en laboratoire, ont été confrontés avec un certain succès aux nids naturels, sur le terrain.

L'étape suivante consiste à inclure la molécule insecticide qui satisfait aux contraintes énumérées plus haut. Un nouvel insecticides récemment développé par ROUSSEL - UCLAF/PROCIDA semble prometteur : le DECIS (tableau 2).

Tableau 1 - Caractéristiques techniques et attractivité vis à vis *d'Acromyrmex octospinosus*, des principaux aliments du bétail sous forme - granulée.

(Technical datas and attractivity for Acromyrmex octospinosus of cattle and poultry foods.)

Dénomination Commerciale G.M.A.° / CARACTERISTIQUES	JEUNE BOVIN S[1]	JEUNE BOVIN S[2]	VACHE LAITIERE	LAPIN	POULETTE CROISSANCE	POULE PONDEUSE
Taille moyenne des granulés (mm) (diamètre x longueur)	9,5 x 20	9,5 x 20	9,5 x 25	4,8 x 15	2,8 x 10	3,2 x 10
Composition :						
Son	85 %	50 %	20 %	45 %	30 %	13 %
Maïs	-	35 %	52 %	40 %	54 %	54 %
Tourteau soja	-	-	11,5 %	10 %	7 %	20 %
Carbonate Ca	-	-	3 %	2,5 %	2 %	8 %
Phosphate Ca	-	-	-	-	-	-
Urée	1,5 %	-	-	-	-	-
Mélasse	10 %	10 %	-	-	-	-
Complém. minéral	3,3 %	3,3 %	13,5%	2,5 %	4,5 %	3 %
Divers	0,2 %	0,7 %	-	-	1,8 %	-
ATTRACTIVITE POUR *A. octospinosus* - (Classement)	5	4	3	6	1	2

° G.M.A. : Grands Moulins des Antilles ; Z.I. de Jarry, Baie-Mahault Guadeloupe.

Cette pyrethrinoïde de synthèse présente, en dehors des zones aquatiques, où poissons, mollusques et crustacés sont très sensibles, une faible écotoxicité pour une efficacité insecticide réelle. Les essais ont été réalisés en Guadeloupe à l'aide

de différentes formulations au laboratoire et sur le terrain.

La molécule active du DECIS possède malheureusement un effet choc foudroyant (figure 5) qui nuit au développement des recherches appliquées. L'obtention d'un effet retard artificiel, par un relargage différé grâce à une micro-encapsulation, est à l'étude.

Dans la mesure où la technologie de la micro-encapsulation le permet cette formulation pourra conférer à n'importe quel type d'insecticide (organophosphoré, carbamate, pyrethrinoïde) l'indispensable action retard sans laquelle le contrôle des attines ne peut s'envisager. Cette voie nouvelle est déjà exploité par d'autres équipes dans le monde (ETHERIDGE et PHILIPS, 1976).

Différents insecticides comme la permethrine et le primiphos-methyl ont fait l'objet d'une encapsulation et ont été testés au Brésil contre *Atta cephalotes* et *A. sexdens*.

Si l'efficacité reste encore inférieure à celle du MIREX il semble que la technique de micro-encapsulation laisse espérer, à moyen terme, de bons résultats. (PHILIPS et al., 1976 ; PHILIPS et ETHERIDGE, 1977).

Les dernières étapes consistent à rechercher un renforcement de l'attractivité des nouveaux granulés pour évités le nécessaire et contraignant dépôt ponctuel des appâts à l'entrée des nids et permettre éventuellement un traitement extensif par zones et mécanisable à long terme. Enfin, la tenue des granulés aux agents atmosphériques et microbiologiques doit encore être améliorée. Les substrats végétaux sont trop rapidement envahis et détruits par des champignons du sol de différents genres (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Choanephora*, etc...). Il conviendra donc, tout en maintenant l'attractivité, de protéger les granulés par l'adjonction d'un conservateur antifongique et d'une protection à base de silicones (CHERRETT et MERETT, 1969).

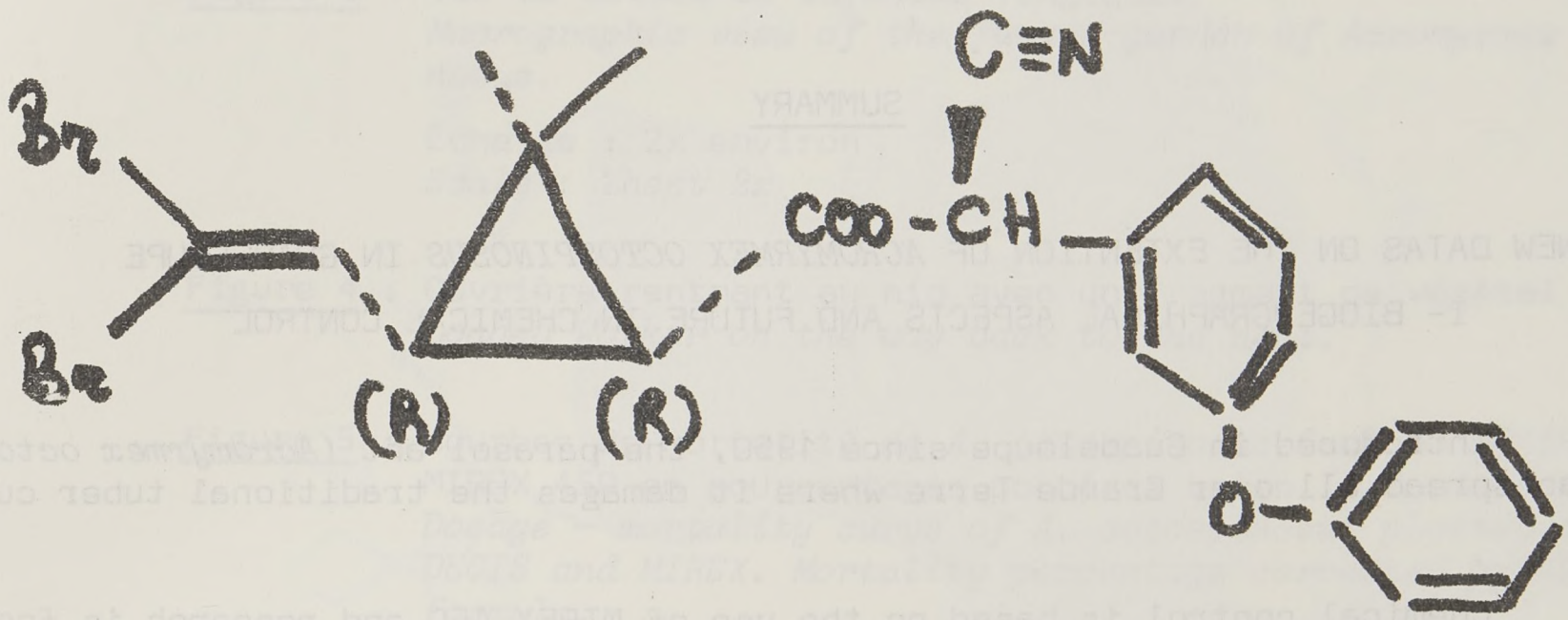
A côté de la voie chimique actuellement choisie, et à plus long terme, la lutte pourra prendre un caractère intégré par le recours à certains agents biologiques (entomopathogènes, par exemple) et une diversification des voies de recherches basées sur un aprofondissement des connaissances fondamentales de la biologie sociale Les mécanismes qui régissent la symbiose champignon-insecte peuvent être des cibles dans l'avenir. Si à l'heure actuelle, dans le monde l'insecte est le seul objectif visé par les diverses méthodes de lutte, l'attaque simultanée des deux symbiontes par des méthodes intégrées, qui restent à préciser, demeure une clé possible du succès futur de ce contrôle.

FORMULE CHIMIQUE :

{S}-α-cyano-n- phenoxybenzyl (1 R, 3 R)-3-(2,2 dibromovinyl)-2,2-dimethyl - cyclopropane carboxylate

ou

1-α-cyano-3-phenoxybenzyl d, CIS :dibromochrysanthemate



NOM COMMUN	:	Décamethrine
MARQUES COMMERCIALES ROUSSEL-UCLAF	:	K - Othrin, Decis
NOM DE CODE	:	N R D C 161
		R U 22 974
POIDS MOLECULAIRE	:	505,2
SOLUBILITE A 20° C + 2° C		
Eau	:	0,1 ppm
Xylene	:	25 g / 100 ml

FORMULATION :

Poudre mouillable 25 g Matière active / Kg
Liquide 25 g matière active / 1
ULV 5-10g matière active / 1

Tableau 2 : Principales caractéristiques du DECIS (marque déposée *Procida*)

Technical datas of DECIS, pyrethrinoid from PROCIDA.

RESUME

La fourmi-manioc, *Acromyrmex octospinosus*, introduite accidentellement en Guadeloupe vers 1950, a colonisé presque la totalité de la Grande-Terre. S'attaquant essentiellement aux petites cultures traditionnelles de tubercules, elle utilise le végétal découpé comme substrat de culture d'un champignon symbiotique qui lui sert de nourriture.

La lutte chimique fait appel à un appât à base de pulpe d'agrumes et titrant 0,45 % de perchlordécone.

Les recherches s'orientent vers la réalisation d'un appât de substitution à partir d'aliments du bétail et d'une pyrethrinoïde moins toxique pour les mammifères et l'environnement.

SUMMARY

NEW DATAS ON THE EXTENTION OF *ACROMYRMEX OCTOSPINOSUS* IN GUADELOUPE

I- BIOGEOGRAPHICAL ASPECTS AND FUTURE IN CHEMICAL CONTROL

Introduced in Guadeloupe since 1950, the parasol ant *(Acromyrmex octospinosus)* has spread all over Grande Terre where it damages the traditional tuber cultivations.

Chemical control is based on the use of MIREX 450 and research is focused on a substitute to this organochlorinate bait. The use of Cattle granulated foods and pyrethrinoïdes (DECIS) is analysed.

LISTE DES FIGURES

I° - PARTIE

Figure 1 : L'invasion de la Guadeloupe par *A. octospinosus*.
Territorial estension of A. octospinosus in Guadeloupe.

Figure 2 : Répartition géographique des principales Attines dans la région centre américaine.
Geographie distribution of the Attini in central american region.

Figure 3 : Vue de détail de la masse fongique.
Macrographic view of the fungus-garden of Acromyrmex octospinosus.

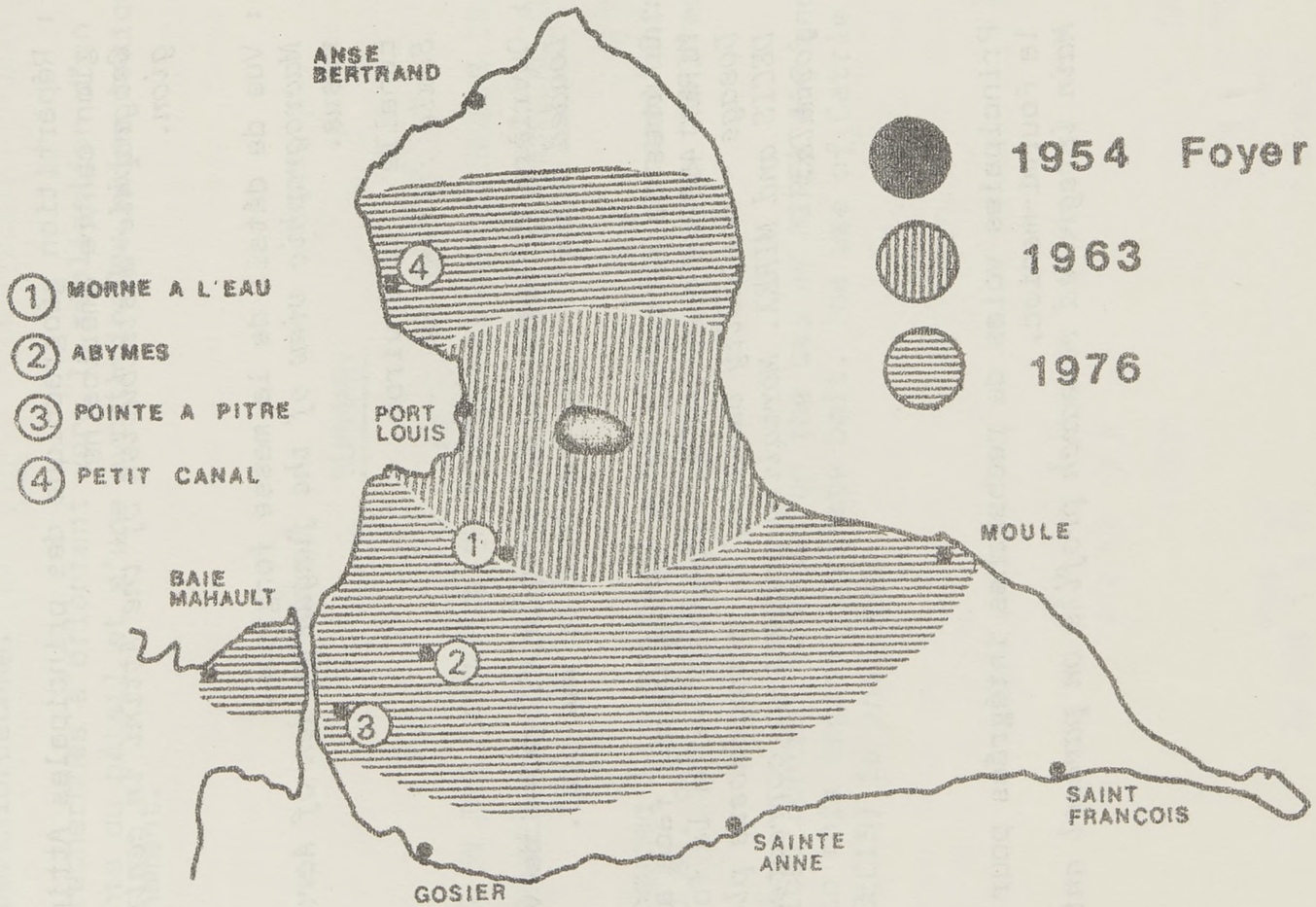
Echelle : 2x environ
Scale : Zhent 2x

Figure 4 : Ouvrière rentrant au nid avec un fragment de végétal
Loaded Worker on the way back to the nest.

Figure 5 : Courbes de mortalité de *A. octospinosus* face au DECIS et au MIREX 450 en pourcentages pondérés selon la formule d'ABBOTT.
Dosage - mortality curvs of A. cotospinosus plotted to time for DECIS and MIREX. Mortality percentage corrected by ABBOTT'S formula.

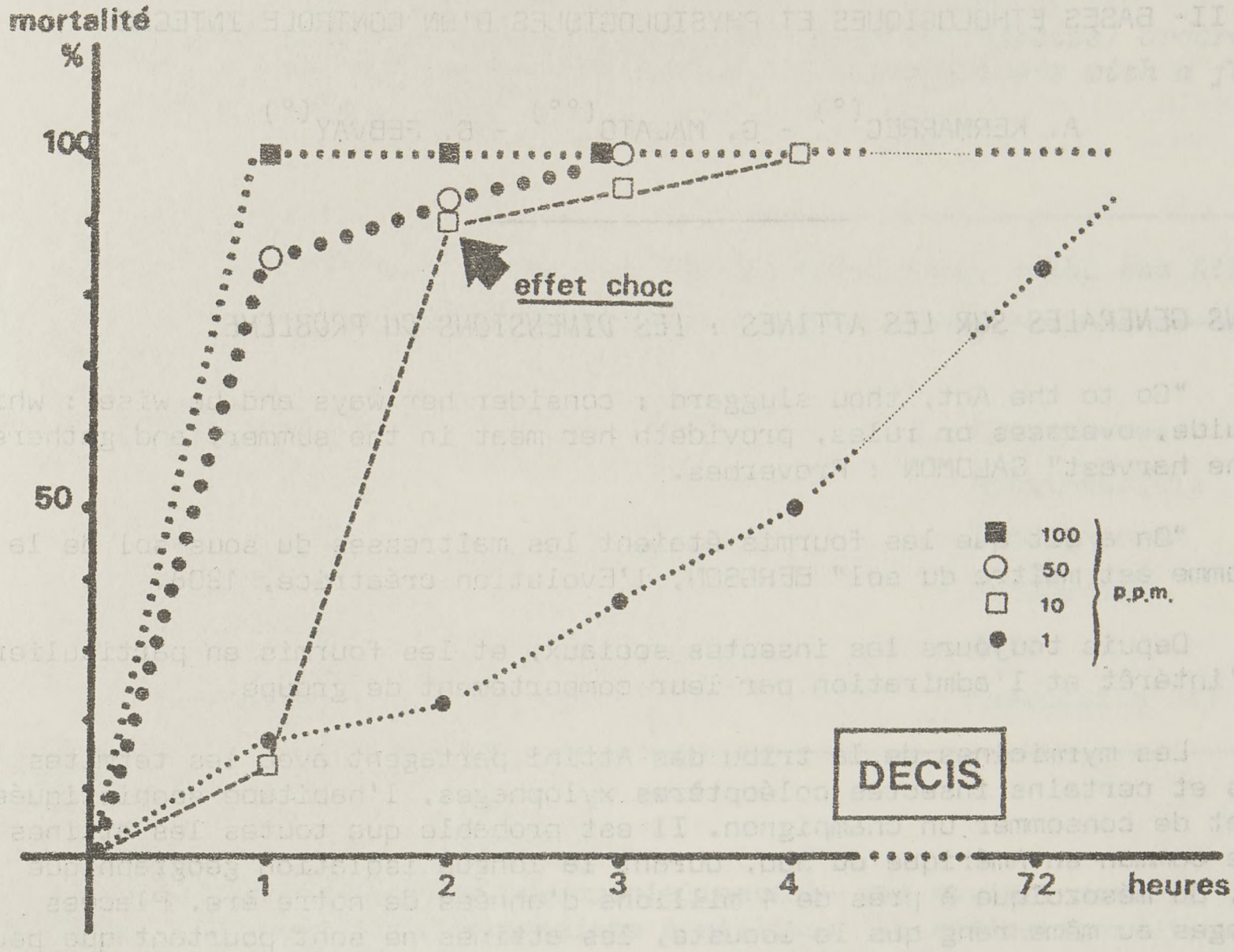
I° - PARTIE

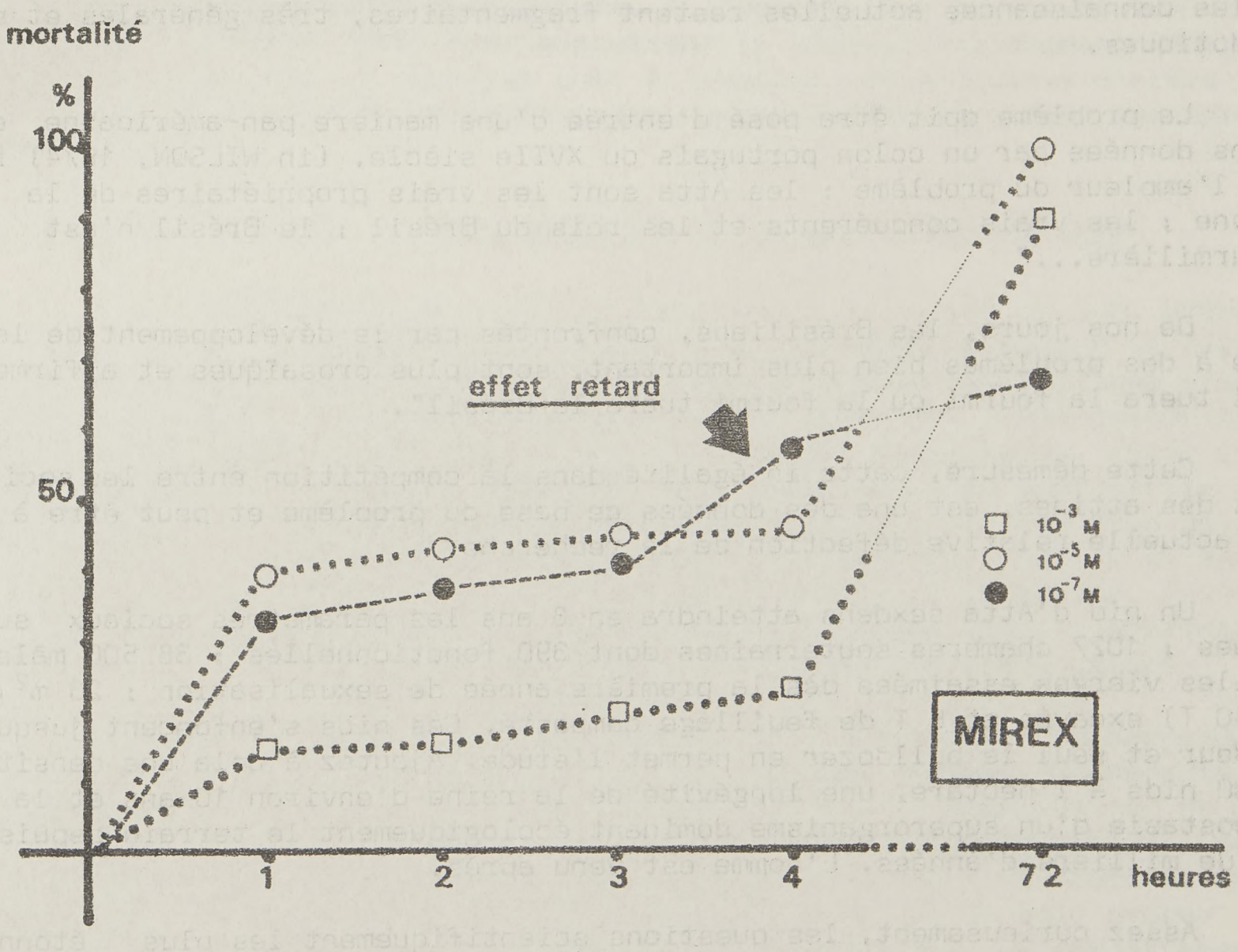
Figure 1 : Principales voies de recherches intégrées pour un contrôle de la Fourmi-manioc.
Main integrated research profils on parasol ants.


ANSE BERTRAND
1 MORNE A L'EAU
2 ABYMES
3 POINTE A PITRE
4 PETIT CANAL
PORT LOUIS
MOULE
BAIE MAHAULT
SAINTE ANNE
SAINT FRANÇOIS
GOSIER
1954 Foyer initial
1963
1976

1 Atta cephalotes
2 Atta insularis
3 Atta sexdens
4 Atta mexicana
5 Acromyrmex octospinosus
U.S.A.
Cuba
Mexique
Honduras
Nicaragua
Costa Rica
Panama
Colombie
Venezuela
GUADELOUPE
Trinidad
GUYANE

U.S.A.
Cuba
Mexique
Honduras
Nicaragua
Costa Rica
Panama
Colombie
Venezuela
Trinidad
GUYANE


mortalité
%
100
50
effet choc
100
50
10
1
p.p.m.
DECIS
1
2
3
4
72
heures


mortalité
%
100
50
effet retard
10^{-3} M
10^{-5} M
10^{-7} M
MIREX
1
2
3
4
72
heures

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 466-492, 1977.

DONNEES NOUVELLES SUR L'INVASION DE LA GUADELOUPE PAR *ACROMYRMEX OCTOSPINOSUS* REICH. *(FORMICIDAE, ATTINI)*

II- BASES ETHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES D'UN CONTROLE INTEGRE

A. KERMARREC(°) - G. MALATO(°°) - G. FEBVAY(°)

A - NOTIONS GENERALES SUR LES ATTINES : LES DIMENSIONS DU PROBLEME

"Go to the Ant, thou sluggard ; consider her ways and be wise : which having no guide, oversees or rules, provideth her meat in the summer, and gathereth her food in the harvest" SALOMON : Proverbes.

"On a dit que les fourmis étaient les maîtresses du sous-sol de la terre, comme l'homme est maître du sol" BERGSON, l'Evolution créatrice, 1908.

Depuis toujours les insectes sociaux, et les fourmis en particulier, ont soulevé l'intérêt et l'admiration par leur comportement de groupe.

Les myrmicines de la tribu des Attini partagent avec les termites macrotermitines et certains insectes coléoptères xylophages, l'habitude sophistiquée de cultiver et de consommer un champignon. Il est probable que toutes les attines ont eu un ancêtre commun en Amérique du Sud, durant la longue isolation géographique de ce continent, du mésozoïque à près de 4 millions d'années de notre ère. Placées pour leurs ravages au même rang que le locuste, les attines ne sont pourtant que peu étudiées et les connaissances actuelles restent fragmentaires, très générales et souvent même anecdotiques.

Le problème doit être posé d'entrée d'une manière pan-américaine et les définitions données par un colon portugais du XVIIe siècle, (in WILSON, 1974) rendent compte de l'ampleur du problème : les Atta sont les vrais propriétaires de la vallée de l'Amazone ; les vrais conquérents et les rois du Brésil ; le Brésil n'est qu'une grande fourmilière..."

De nos jours, les Brésiliens, confrontés par le développement de leur agriculture à des problèmes bien plus important, sont plus prosaïques et affirment que "le Brésil tuera la fourmi ou la fourmi tuera le Brésil".

Cette démesure, cette in égalité dans la compétition entre les sociétés de l'homme et des attines, est une des données de base du problème et peut être à l'origine de l'actuelle relative défection de la recherche.

Un nid d'Atta sexdens atteindra en 3 ans les paramètres sociaux suivants 1000 entrées ; 1027 chambres souterraines dont 390 fonctionnelles ; 38 500 mâles et 5300 femelles vierges essaimées dès la première année de sexualisation ; 23 m^2 de terre (soit 40 T) excavés et 6 T de feuillage composté. Ces nids s'enfoncent jusqu'à 6 m de profondeur et seul le bulldozer en permet l'étude. Ajoutez à cela une densité de près de 100 nids à l'hectare, une longévité de la reine d'environ 10 ans et la formidable homéostasie d'un superorganisme dominant écologiquement le terrain depuis des centaines de milliers d'années. L'homme est venu après.

Assez curieusement, les questions scientifiquement les plus étonnantes, qui sont celles posées par la symbiose, la nature et la physiologie coévolutive des symbiontes, ne sont pratiquement pas étudiées.

(°) Station de Zoologie et Lutte Biologique - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)
(°°) Service de la Protection des Végétaux - B.P. 47 - 33150 CENON-LA-MORLETTE

Tableau 1 - Classement des genres (regroupant quelques 100 espèces) des attines en fonction d'une évolution croissante dans l'ectosymbiose avec un champignon lui-même de plus en plus évolué. Le dernier genre (1) est un parasite social de *Acromyrmex lundi* en Argentine. (Selon WILSON, 1974).

(Genera of attine ants (representing about 100 species) ordered from the less to the most sophisticated king of ectosymbiosis with a fungi (according to WILSON, 1974).

Famille des *Formicidae*, sous-famille des *Myrmicinae*, Tribu des *Attini*	
Genres :	
- Apterostigma	- Mycocepurus
- Myrmicocrypta	- Mycetosoritis
- Sericomyrmex	- Trachymyrmex
- Cyphomyrmex	- Acromyrmex
- Mycetophylax	- Atta
- Mycetarotes	- Pseudoatta (1)

Le degré d'évolution -de spécialisation- est maximal dans le genre Atta. Le comportement le plus primitif consiste à utiliser les défécations d'insectes comme compost pour l'indispensable myciculture. A l'opposé, les plus évoluées des Attines utilisent leurs propres fécès pour engraisser le végétal fraichement découpé, et offrent au champignon symbionte un substrat prêt à l'emploi. Ce processus d'ordre biochimique aboutit à un cycle court de minéralisation, relativement rare dans les agrobiocénoses connues.

B - NOTIONS PARTICULIERES : SUPERORGANISME, ALTRUISME ET HOMEOSTASIE

1 - SUPERORGANISME : Dès la parution de l'ouvrage de W.M. WHEELER en 1911 "The Ant Colony as an Organism", la notion de superorganisme domine la litterature sur les insectes sociaux. Depuis 1950, et parce que la pensée scientifique s'est focalisée sur des problèmes plus spécifiques (donc plus étroits), cette notion-hypothèse est restée au second plan. Il est regrettable qu'une idée prometteuse, riche en développements théoriques et méthodologiques, vérifiable au moins pour partie par les moyens biochimiques, et mathématiques (modélisation) actuels, ait pu être délaissée aussi vite. Certes, l'analogie avec un organisme aux voies métaboliques et aux régulations physiologiques complexes ne doit pas être brutale ni immédiate. Inversement, le rejet ne doit pas reposer sur une simple question de sémantique. L'approche synthétique que ce concept soutend reste utile dans les études sociobiologiques.

Nutrition, reproduction et défense se trouvent sous la pression adaptative d'un comportement unitaire qui, au niveau du groupe estompe le désordre individuel. WHEELER, en 1928, parlera "d'un tout vivant penché sur la préservation de son équilibre mouvant et de son intégrité". L'apparente anarchie idiosyncrasique[1] de l'activité individuelle aboutit par une résultante sociale à un but, un ordre et une efficacité évidentes. Les moyens mis en oeuvre sont multiples et de tous ordres (biochimiques, physiques, biologiques) mais pratiquement pas étudiés. Ce comportement unitaire associe des cycles adaptifs de croissance et de reproduction à une organisation génétique haplodiploïde. La séparation des individus en "germoplasmes" (mâles et femelles)

(1) Idiosyncrasie : n.f., réaction individuelle, propre à chaque tempérament.

et en "somatiques" (ouvrières) procure à la société une plus grande panoplie de voies et de moyens pour un but unique : la survie sociale.

2 - ALTRUISMES

"Depuis que la fourmi est fourmi, elle a toujours vécu de même ; elle n'a eu qu'une seule volonté, qu'une seule loi et cette volonté, cette loi ont constamment pour base l'amour de ses semblables". LATREILLE, 1802, HISTOIRE NATURELLE DES FOURMIS.

Une notion pressentie depuis longtemps mais dont on ne mesure qu'actuellement le rôle dans la réussite du modèle particulier des sociétés de fourmis, est l'altruisme individuel. Eliminons d'abord les mâles, seuls haploïdes de la société et qui, ne servent qu'à fertiliser les jeunes reines. Ils ne présentent, au travers de l'haplodiploïdie, qu'une parenté faible avec les ouvrières filles et qui décroit fortement chez les ouvrières nièces (WILSON, 1974). La polyandrie, soupçonnée chez de nombreuses attines (fécondations multiples chez une même femelle), diminue encore cette parenté. Le comportement des mâles reste individualiste, presque asocial et parasite, créant une surcharge momentanée dans le nid.

L'altruisme des femelles, toutes diploïdes, est bien établi. Elles ont en commun 3/4 de leurs gènes et l'on peut observer chez chaque individu un comportement individuel suicidaire au bénéfice des soeurs. L'altruisme le plus commun dans les sociétés animales est celui de parent à descendance ; plus surprenant sont les soins prodigués par les enfants aux parents et entre descendants aux degrés de parenté divers. Les soldats d'Atta ou les grandes ouvrières de *Acromyrmex* se placent, après une courte agitation due aux phéromones d'alarme mandibulaires, dans une position agressive face au danger maximal. Une autre forme d'altruisme se retrouve dans le comportement des individus devenus inutiles par blessure ou maladie. Ceux-ci, soit quittent le nid d'eux-mêmes, soit, après avoir signalé leur état (phéromone), se laissent porter hors du nid sans opposer aucune résistance (nécrophorisme). WILSON (1974) considère que les blessés ne sont utiles qu'à la défense (suicide) et les mourants posent des problèmes sanitaires (surcharge). Ce type de comportement a pu être observé lors de nos essais d'agents pathogènes mycotiques : un individu porteur de spores d' *Entomophthora coronata* se laissera emporter immobile, replié sur lui-même en position nymphale, et déposer -sinon lâché de très haut- dans la poubelle de la société. Le toilettage mutuel semble jouer le rôle d'une surveillance sanitaire fondée sur une rencontre et une inspection des individus deux à deux.

La trophallaxie, autre forme d'altruisme, est très importante pour le contrôle des attines, par le lien qu'elle crée entre tous les individus. L'estomac communautaire fonctionne en dispensateur d'aliments liquides. Un proventricule modifié permet un stockage complexe et un système de pompe actionne la régurgitation. Ce comportement a pu être mis en évidence grâce à un colorant vital chez *Acromyrmex octospinosus*. De grandes ouvrières, en diète complète, ont été alimentées par les petites et moyennes ouvrières du même nid. Ces derniers pouvaient circuler librement, au travers d'une grille, entre leurs soeurs et une source glucidique colorée. En général ce comportement ne nécessite pas de sollicitation.

Il est possible, enfin, que l'altruisme existe au niveau d'un nid : une polygynie sera acceptée, par tolérance altruistique, comme solution de survie d' un peuplement en voie de disparition dans un contexte écologique limitant. D'autres mécanismes individuels ou sociaux, prouvent la réalité d'un altruisme fondamental et il faudra en tenir compte dans la mise au point de méthodes intégrées de contrôle.

Epiphénomènes sans signification, enthropomorphismes ou réalités objectives, la discussion restera encore longtemps ouverte.

3 - HOMEOSTASIES

Les deux concepts superorganisme et altruisme sont, évidemment, imbriqués dans leurs réalités et viennent en amont de celui d'adaptabilité des sociétés face aux conditions des environnements instables.

L'haplodiploïde ainsi que la polyandrie n'autorisent qu'une faible consanguinité à long terme. La relative plasticité et la rusticité des attines expliquent pour une grande part leur réussite dans la conquête et l'utilisation du terrain

Une propriété fondamentale de toute vie est l'aptitude à maintenir des états physiologiques stationnaires. Ces points moyens, autour desquels une certaine variation due aux conditions extérieures reste permise, peuvent être de nature individuelle ou sociale. L'adaptabilité d'une société d'insectes sera mesurée par l'éloignement du point de non-retour à l'état stationnaire correspondant à la stabilité. Deux aspects, au moins, de l'homéostasie (parmi de nombreux autres) nous intéressent directement pour le développement de nos travaux :

1 - Le degré d'appartenance des attines au groupe écologique des espèces fugitives ou opportunistes.

2 - Le degré de complexité développé tant au niveau du polyethisme qu'à celui des relations physiologiques et coévolutives liant les deux symbiontes.

Une espèce opportuniste forme une société mobile et instable migrant aisément, exploitant un site à fond puis déménageant couvain et reine à la recherche d'un autre, plus propice. Toutefois, les sociétés très élaborés sont aussi les moins mobiles et le genre Atta ne migrera que sous la pression d'une forte perturbation sublethale. En place dans le sol, la société présente une homéostasie considérable mais la solution complexe et lourde d'un déménagement précipité, a pu être observée à maintes reprises. Sous l'action expérimentale d'agents biologiques, (nématodes mycophages) nous avons pu induire le déplacement des sociétés d'*Acromyrmex octospinosus*.

Le degré de complexité du fonctionnement social peut être décrit par la polygynie, la division du travail liée à un polymorphisme accentué, la séparation en haplodiploïdes et en stériles-fertiles, la trophallaxie... qui sont autant de moyens pour un but unique. Les travaux de WHEELER prolongés par ceux de EMERSON (1938 à 1962) tendent à montrer que l'évolution des sociétés d'insectes, est dirigée vers une complication permettant l'introduction de l'homéostasie dans chacune des colonies individuelles. La division du travail, en accroissant l'efficacité, l'intégration et la coopération, a permis d'accéder à une organisation plus complexe, première étape vers une homéostasie face aux contextes bioclimatiques, trophiques, et agressifs du milieu. Cette homéostasie se signale alors au niveau de la société par des conditions microclimatiques, défensives et nutritionnelles optimales et autoregulées.

Chez les attines, l'homéostasie fait de plus intervenir une fonction très particulière : la myciculture. L'adjonction de processus symbiotiques ayant leur origine dans une longue co-évolution entre un animal et une plante augmente d'autant la complexité de la société. Cette symbiose repose sur des mécanismes biochimiques d'ordres enzymatique, antibiotique et hormonal. Le leucocoprin est cultivé d'une manière quasiment pure sur un matériel végétal importé et support d'une microbiocénose complexe. Placé, *in vitro*, sur milieu nutritif ce compost libère une multitude de germes compétiteurs quiescents qui asphyxient immédiatement le développement d'un basidiomycète. De même, lorsque l'on tue les fourmis *in situ* sans nuire chimiquement au jardin fongique, celui-ci est aussitôt envahi par l'ensemble de la microfaune et microflore environnante. Les outils de myciculture, encore mal définis à ce jour, sont aussi des paramètres favorisant l'homéostasie.

Quel sera le devenir, dans un tel contexte, des germes d'agents pathogènes ou parasitaires que nous avons sélectionnés récemment pour leur bonne virulence *in vitro* ?

Déjà, en 1877, ESPINAS affirmait que les fourmis ont accédé à cette supériorité éthologique et sociale face aux pressions de sélection du contexte tellurique L'évolution créatrice nous a donc placé devant des compétiteurs d'une ingéniosité remarquable et leur contrôle doit passer par la mise en oeuvre de moyens scientifiques à la mesure de la complexité sociale. L'ensemble des moyens de lutte utilisés à ce jour ne repose pas encore sur une connaissance réelle et fine de la biologie des attines, mais sur un classique empirisme technique du type : "marche-marche pas".

Le but ne saurait être atteint par une seule équipe de chercheurs isolés, mais plus sûrement par une concertation pluridisciplinaire et internationale.

C - *CONCLUSION ET AVENIR*

Les concepts développés laissent prévoir qu'une lutte chimique ou biologique classique n'est pas adaptable au cas particulier des Attines. Comme les résultats au laboratoire nous le confirment, une méthode de lutte positive *in vitro* au niveau individuel pourra être totalement inefficace pour la destruction *in vitro* de ce superorganisme que représente un nid d'Attines.

A la suite de ces premiers travaux deux directions de recherche pour cette lutte ont été privilégiées.

La première est localisée sur la liaison obligatoire et symbiotique de la fourmi et son champignon. Bloqué à un niveau quelconque cette liaison entraînerait un déséquilibre aboutissant à la disparition de cet ensemble si bien réglé.

Le second axe qui nous semble intéressant permet de contourner les deux contraintes que nous imposent l'altruisme et l'homéostasie : Nous avons vu en effet que tout agent de destruction individuelle devenait inutilisable au niveau de la colonie car les sujets atteints étaient immédiatement éliminés. La solution envisagée est d'utiliser des agents à effet retard, effet qui ne se déclarerait qu'à l'intérieur du nid et d'autant plus massivement et rapidement qu'il repose sur la trophallaxie entraînant une contamination rapide de tous les éléments d'une colonie. Cet effet retard pourrait être obtenu par une encapsulation de l'agent actif (insecticides, spores, pathogènes, bio-agents...) dans une gaine qui ne devrait être digérée qu'à l'intérieur du nid par les différentes secrétions des attines (liquide rectal, salive sucs intestinaux,...).

Une voie parallèle mais encore très sophistiquée serait la recherche de molécules déviatrices de comportement social utilisée en adjuvants.

Ces buts ne peuvent être atteint que si nous possédons une meilleure connaissance de la symbiose fourmis-champignon. Celle-ci, très peu étudiée jusqu'à présent, semblerait être principalement enzymatique (MARTIN et al., 1970 et 1975). De plus, une connaissance parfaite des activités enzymatiques des secrétions de la fourmi est également indispensable pour permettre la définition chimique de la coque des micro-capsules qui doit conférer un effet retard à des agents trop actifs.

Ces différentes considérations nous ont amenés à entreprendre l'étude de cet ensemble fourmis-champignon sous l'angle biochimique et principalement dans ses aspects enzymatiques.

BIBLIOGRAPHIE

BLANCHE (D.). - La Fourmi-manioc. Ministère de l'Agriculture, Service de la Protection des Végétaux de Fort de France, 1962.

BLANCHE (D.). - Appâts ampoisonnées contre la fourmi-manioc de la Guadeloupe. Congrès de la Protection des Cultures Tropicales. Compte-rendu des Travaux, 449-454, 1965.

CHERRETT (J.M.) et MERRETT (M.R.). - Baits for the control of leaf-cutting ants : III Waterpoofing for general broadcasting. Trop. Agric. Trinidad, 46, n° 3 1969.

CHERRETT (J.M.). - Some aspects of the developpment of toxic baits for the control of leaf-cutting ants. International Union for the Study of Social Insects, VII° International Congress. University of Southamfton, 69-75, 1973.

EMERSON (A.E.). - Termite nests - a study of the phylogeny of behavior. Ecological Monographs, 8 (2) ; 247-284, 1938.

EMERSON (A.E.). - Vestigial characters, regressives evolution and recapitulation among termites : In Proceedings of the New Delhi symposium, 1960, Termites in the humid tropics. UNESCO PARIS., 17-30, 1962.

ETHERIDGE (P.) et PHILLIPS (F.T.). - Laboratory evaluation of new insecticides and bait matrices for the control of leaf-cutting ants *(HYMENOPTERA, FORMICIDAE)*. Bull. Ent. Res., 66, 569-578, 1976.

MALATO (G.) et KERMARREC (A.). - Problèmes posés par la lutte chimique contre la fourmi-Manioc : *Acromyrmex octospinosus* REICH. en Guadeloupe. Nouv. Agron. Antilles-Guyane, 2, 3, 193-210, 1976.

MARTIN (J.S.) et MARTIN (NM.). - The biochemical basis for the symbiosis between the ant, Atta colombica tonsipes and its food fungus. J. Insect. Physiol., 16 109-119, 1970.

MARTIN (N.M.), BOYD (N.D.), GIESEHMANN (M.J.) et SILVER (R.G.). - Activity of faecal fluid of a leaf-cutting ant toward plant cell wall polysaccharides. J. Insect. Physiol., 21, 1887-1892, 1975.

PHILIPS (F.T.), ETHERIDGE (P.) et SCOTT (G.C.). - Formulation and field evaluation of experimental baits for the control of leaf-cutting ants *(HYMENOPTERA, FORMICIDAE)* in Brazil. Bull. Ent. Res., 66, 579-585, 1976.

PHILLIPS (F.T.), EHTERIDGE (P.). - New insecticides to replace Mirex. Attini News Letter, n° 2, 1977.

WEBER (N.A.). - Gardening ants - The Attines. Mem. Am. Phil. Soc., 92, 146 p., 1972.

WHEELER (W.M.). - The ants colony as an organism. Journ. Morphol. 22, 2, 307 - 325, 1911.

WHEELER (G.C.). - The social insects : their origine and evolution. éd. : Kegan Paul, Trench Trubner and Co ; Ltd ; London, 378 pp., 1928.

WILSON (E.O.). - The Insect Societies. éd. : The Belklap press of Harvard University Press, CAMBRIDGE, Massachusetts. 548 pp., 1974.

RESUME

Les concepts majeurs présidant à la réussite des sociétés d'attines défoliatrices sont développés : superorganisme, altruisme et homéostasie. De nouvelles voies de recherches sur le comportement et la physiologie de fourmi-manioc peuvent être dégagées et intégrées aux derniers développements de l'industrie chimique phytosanitaire.

SUMMARY

ETHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL DATAS FOR AN INTEGRATED CONTROL OF PARASOL ANTS

Three basic concepts are developped : superorganism, altruistic behaviour and homeostasis. New directions of research are underlined as to build an integrated and rational control of parasol ants.

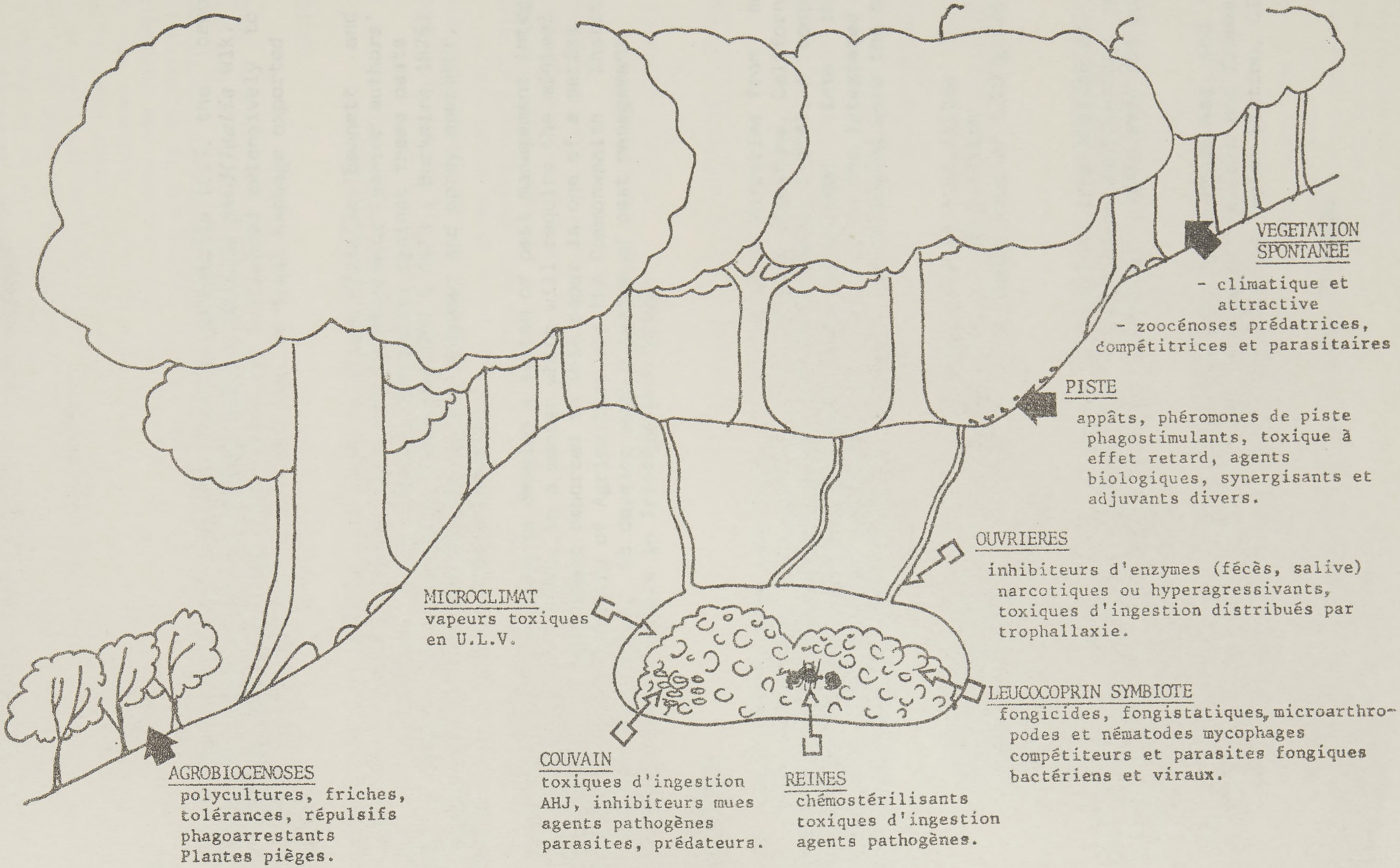


Fig. 1 : LUTTE CONTRE LA FOURMI-MANIOC : PRINCIPALES VOIES DE RECHERCHES

MAIN POSSIBLE RESEARCH OBJECTS.

PRELIMINARY STUDIES IN THE DEVELOPMENT OF A PEST MANAGEMENT PROGRAMME FOR CRUCIFEROUS CROPS IN TRINIDAD AND TOBAGO

M. YASEEN[°] - R.M. BARROW[°°] - G.S. KATWARU[°°]

INTRODUCTION

In Trinidad the diamond-back moth *Plutella xylostella* (L.), the cabbage looper *Trichoplusia ni* (Hubner) and the cabbage budworm *Hellula phidilealis* Wlk. are major pests of cabbage and cauliflower crops which are cultivated extensively to satisfy both the local and export markets (144,000 lbs. of fresh cabbage exported in 1975, CSO report).

Very few native parasites are known to attack *Plutella* (Bennett and Yaseen 1972 ; Yaseen 1974), *Hellula* (Fennah 1947) and *Trichoplusia* (senior authors' unpublished data). It is customary to use chemical pesticides against these pests and while satisfactory control can be achieved (Parasram/1969 & 1973 ; Buckmire 1975) repeated applications can have adverse effects on the consumer and spray operator, on the agroecosystem and the cost of crop production.

It is desirable therefore to develop a system of pest management integrating all available measures of control in a manner which will require the minimal use of chemical pesticides. The experiment reported in this paper is one of a series being conducted jointly by the Ministry of Agriculture and the Commonwealth Institute of Biological Control in an effort to develop such a system of pest management for insect pests of cultivated crucifers in Trinidad and Tobago.

MATERIALS AND METHODS

The investigations were undertaken at St. Augustine Nurseries from mid-December 1976 - March 1977. Early Patna variety of cauliflower (Keystone, California) was grown using standard agronomic practices as outlined by Ganpat (1973). A completely randomized design was used and the experimental area was divided into three blocks - bio (20' x 47') and chemical integrated (20' x 94 '). In the integrated and chemical blocks there were four replicates per treatment. The following were the chemicals tested :

Cyanofenphos (Surecide (R) at a dosage rate of 1 ml./litre
Acephate (Orthene (R) at a dosage rate of 1.65 g./litre
Bacillus thuringiensis (Dipel (R) at a dosage rate of 1.25 g./litre

These were applied in 2.27 litres of water.

In the chemical control block pesticide applications were applied at regular intervals of 7 days where as in the integrated control block applications were made only if pest populations approached the economic threshold. Plants were not sprayed prior to transplanting into the field.

Nucleus stocks of exotic parasites *Trichogramma chilotraeae* Nag. and Nagar. for trial against *Trichoplusia*, *Bracon hebetor* Say against *Hellula* and *Tetrastichus sokolowskii* Kurdj. against *Plutella* were obtained from the Indian Station, CIBC,

---

(°) Commonwealth Institute of Biological Control Curepe, Trinidad

(°°) Ministry of Agriculture, Trinidad

and that of *Apanteles plutellae* (Kurdj.) against *Plutella* from Barbados where it has been established from stocks obtained earlier from the Indian Station, CBC. Laboratory production of all of the parasites was maintained at the West Indian Station, CIBC at a level adequate to provide material for release. Parasite adults were fed on honey and held for at least a day in the laboratory to permit mating before release. Samples were taken at weekly intervals and the numbers of immature stages of each pest was recorded. A sample consisted of 12 plants per plot selected at random in the integrated and chemical control plots and 48 plants in the biocontrol plot. For the determination of the extent of leaf damage done by *Plutella* and *Trichoplusia* measurements of the damage was done on the leaf closest to the flower head. To determine yield and quality per plot ten plants were chosen at random when the plots were harvested on March 17-20.

RESULTS

Integrated control plots

Cauliflower seedlings were transplanted into the plots on January 18. Observations for insect attack were initiated on January 24. When first sampled on January 24, several plants had been damaged by mode cricket (*Scapteriscus vicinus* Scudd.). Of the three pests under study *Hellula* was the main pest, *Plutella* was scarce and damage by *Trychoplusia* had commenced. As the young plants were very susceptible to *Hellula*, i.e., attack by a single larva can destroy the growing point, pesticides were applied on January 26. Subsequent observations for the three pests were made on February 7, 15, 23, March 2 and 16.

Hellula : Incidence of *Hellula* encountered during periodic observations is given in Table 1.

Table 1 - Total larval population of *Hellula phidilealis* on treated and control plots

Parasite Release/ Chemical Appl'n	Date	Dipel	Surecide	Orthene	Control
Parasite Release	Jan. 18	7	5	2	4
	Jan. 24				
Chemical Appl'n	Jan. 26				
	Feb. 7		2	3	5
	Feb. 15	9	6	16	15
Parasite Release	Feb. 23	19	9	21	13
Chemical Appl'n	Feb. 14				
	Mar. 2			2	16
	Mar. 16	6	3	8	11

Approximately 650 adults of *Bracon hebetor* Say, a larval ectoparasite of *Hellula* and several other lepidopterous pests were released during January 18 to February 23. Populations of *Hellula* were checked by the first chemical treatment but an increase in larval populations had occurred by February 15. As there was no evidence of parasitism the increasing pest population was suppressed by a second application of pesticides on February 24. *Hellula* had again increased slightly but additional treatments were not necessary as the crop was harvested the following weeks.

Plutella : Attacks of *Plutella* were negligible when the observations were initiated and remained at a very low density as can be seen from Table 2.

Table 2 - Total no. of larvae and pupae of *Plutella* in samples from control plots (Figures in parenthesis denote % parasitism by *A. plutellae*).

Date	Dipel		Surecide		Orthene		Control	
	Larvae	Pupae	Larvae	Pupae	Larvae	Pupae	Larvae	Pupae
Jan. 24					2			
			Chemical applied Jan. 26					
Feb. 7	3		8	1	5		13	
			Parasite released Feb. 9-20					
Feb. 15	28(17.1)	2	26(7.6)		35(-)	3	31(3.2)	-
Feb. 23	18(-)		21(4.7)		27(3.7)		29(6.8)	1
			Chemical applied Feb. 24					
Mar. 2	1				2		11(18.2)	
Mar. 16	7(14.2)		2(-)		8(-)		16(12.5)	

A few eggs of *Plutella* were obtained from some but all hatched normally. As an increase in the population was noticed on February 7, about 290 adults of *Apanteles plutellae* (Kurdj.) and 200 adults of *Tetrastichus sokolowskii* Kurdj. were released during February 9 - 20. *A. plutellae* was recovered (table 2) from plots treated with Dipel and Surecide and from the control a week-after the first release and from plots treated with Orthene on February 23. The parasite was not recovered from the three larvae in the samples from the treated plots on March 2 but was obtained from the control plots. The parasite was again obtained on March 16 from the Dipel-treated and the control plots more than three weeks after the last release indicating that the parasite had established in the experimental area. *T. sokolowskii* was not recovered. The low host densities were not conducive to establishment.

Trichoplusia : While a few eggs of *T. ni* were observed during the first observation on January 24 no parasites were released at that time because a pesticide application was required against *Hellula*. However, as the rate of oviposition was increasing, about 200 adults of *Trichogramma chilotraeae* known to attack eggs of *T. ni* in south India (Manjunath 1972) were released between February 9 and 17. The incidence of eggs per sample is given in Table 3.

Table 3 - Number (mean ± S.D.) of eggs of T. ni and % parasitism (mean ± S.D.) per plot in each treatment.

	Dipel		Surecide		Orthene		Control	
	Eggs	Par.	Eggs	Par.	Eggs	Par.	Eggs	Par.
Jan. 24	5.3 ± 2.2	25.5 ± 20.1	-	-	-	-	11.9 ± 2.5	11.9 ± 6.1
			Chemical application Jan. 26					
Feb. 7	14.5 ± 7.1	13.9 ± 8.3	12.0 ± 2.9	18.7 ± 11.2	12.8 ± 6.5	8.1 ± 6.5	6.3 ± 5.2	17.1 ± 8.2
			Parasites released Feb. 9 - 17					
Feb. 15	52.0 ± 29.6	29.2 ± 13.9	56.3 ± 19.0	43.3 ± 16.2	50.0 ± 5.7	32.1 ± 9.2	51.5± 20.5	26.3 ± 11.1
Feb. 23	61.3 ± 8.2	27.1 ± 26.7	49.3 ± 17.2	48.3 ± 14.9	57.3 ±11.7	33.2 ± 11.2	55.3 ± 21.2	32.6 ± 15.2
			Chemical applied Feb. 24					
Mar. 2	6.25 ± 2.5	-	11.0 ± 4.3	-	6.8 ± 4.9	8.2 ± 7.1	8.0 ± 5.7	18.7 ± 7.5
Mar. 16	10.5 ± 4.4	20.8 ± 13.2	7.8 ± 3.3	37.0 ± 29.5	11.0 ± 1.9	10.6 ± 5.5	10.5 ± 3.7	25.4 ± 18.5

Egg parasitism Four native species of Trichogrammatids *Trichogramma brasiliensis* (ashm.), *T. perkinsi* Gir., *T. fasciatum* (Perkins) and T. sp. nov. were reared from the samples of T. ni eggs. *T. chilotraeae* was not recovered. Larval populations of T. ni remained considerably low as seen from table 4.

Table 4 - *Trichoplusia ni* larvae in samples from treated and control plots.

Date	Dipel	Surecide	Orthene	Control
Jan. 24	1	1	2	
		Chemicals applied Jan. 26		
Feb. 7	6	5	2	6
		Parasites released Feb. 9 - 17		
Feb. 15	11	13	17	23
Feb. 23	12	9	21	18
		Chemicals applied Feb. 24		
Mar. 2	-	-	-	17
Mar. 16	5	2	3	11

As a result of high egg parasitism few eggs eclosed. The larval densities were further reduced by the activities of "Jack Spaniard" the common wasp *Polistes canadensis* L. which also actively preyed upon larvae of the other pests. An egg-larval Encyrtid parasite *Litomastix truncatulla* (Dalman) and a Tachinid *Eucelatoria* sp. attacking larvae have previously been reared occasionally but none were obtained during these investigations.

The mean percentage leaf area damaged by *Plutella* and T. ni at harvest time and the number of plants damaged by *Hellula* expressed as mean percentage per plot in each treatment are shown in table 5.

Table 5 - Mean ± SD % of plants damaged by *Hellula* and leaf area damaged by T. ni and *Plutella*

Treatment	*Hellula*	T. ni and *Plutella*
Dipel	27.9 ± 3.0	4.2 ± 0.5
Surecide	19.8 ± 8.5	3.0 ± 2.2
Orthene	28.9 ± 3.0	4.7 ± 4.3
Control	34.1 ± 9.9	7.4 ± 3.6

Biocontrol plot. Very minor attacks of *Plutella* and *Trichoplusia* were noticed a week after the nursery stock was transplanted. About 100 adults each of *A. plutellae* and *T. sokolowskii* against *Plutella* and 150 adults of *T. chilotraeae* for trial against *Trichoplusia* were released during the first week of February. Damage by *Hellula* was noticed during the first week of February and about 500 adults of *B. hebetor* were released against the pest during February 4 to 23. Counts of the pests and parasites obtained from the samples are given in table 6.

Table 6 - Incidence of *Hellula*, *Plutella* and *Trichoplusia* and % parasitism in biocontrol plot.

Date	*Hellula*	*Plutella*			*Trichoplusia*		
	(larvae)	Larvae	% par.	Pupae	Eggs	% par.	Larvae
January 24	-	-	-	1	6	33.3	-
February 7	5	3	-	-	24	29.2	3
15	21	21	14.4	2	166	71.7	11
23	16	16	18.8	3	181	60.8	21
March 2	19	9	22.2	2	48	31.3	15
16	27	11	18.2	-	38	55.3	10

A. plutellae was first recovered from the samples obtained on February 15 and regularly thereafter parasitizing 18 - 22 % of the larvae. *T. sokolowskii* was not recovered ; the scarcity of the host pupae may have contributed towards its failure to establish. While *T. chilotraeae* was not recovered the high incidence of native Trichogrammatids destroyed fairly appreciable numbers of *Trichoplusia* eggs (table 6) and the incidence of damage remained low. Most larvae were destroyed by *Polistes canadensis* and very few survived to pupate.

At harvest an average of 2.8 % of the leaf area was destroyed by the combined feeding action of *Plutella* and *T. ni*.

Bracon hebetor failed to establish. In the absence of an effective measure of control *Hellula* inflicted heavy damage ; about 38.1 % of the plants failed to develop flower heads.

Chemical control plots

Four pesticide treatments commencing seven days after the seedlings were transplanted and then at successive intervals of seven days each were applied. Since the pesticides were applied as a routine counts of pests or parasites were not made nor exotic parasites released. The man percentage leaf area damaged by *Plutella* and *T. ni* at harvest and the number of plants damaged by *Hellula* as mean percentage per plot in each treatment are shown in table 7.

Table 7 - Mean ± SD % of plants damaged by *Hellula* and leaf area damaged by *Plutella* and T. ni.

	Hellula	*Plutella* and T. ni
Dipel	30.2 ± 5.2	8.3 ± 2.9
Surecide	17.7 ± 9.6	1.3 ± 2.1
Orthene	10.4 ± 4.2	1.3 ± 1.1
Control	53.1 ± 6.2	1.5 ± 9.4

Yield

Table 8 gives the yield data obtained from the 3 blocks - bio, integrated and chemical. The data are based on the average weight of marketable cauliflower produced per treatment (96 plants per treatment). Also based on the same data for yield and the amount of insecticides used the estimated production of cauliflower and cost of application are presented in table 8.

Table 8 - Yield + cost per acre of cauliflower from treated and control plots.

Treatment	No. cauliflower reaped	(Wt. gm)	Av. Wt. cauliflower (gm)	Production/ acre (gm)	Rate per acre (gm) of insecticides	Total cost of applications) (insecticide per acre US
Integrated plot						
Surecide	77	9540.3	123.9	1759045.4	417.7	11.49
Orthene	68	7711.2	113.4	1421922.6	690.0	28.16
Dipel	69	7286.4	105.6	1342852.2	522.0	23.04
Control	63	5896.8	93.6	747446.4	-	-
Chemical plot						
Surecide	79	6722.9	85.1	1238846.4	417.7	22.98
Orthene	86	13656.8	158.8	2515901.4	690.0	56.32
Dipel	67	5473.9	81.7	1808067.5	522.0	46.08
Control	45	2731.5	60.7	503306.1	-	-
Biocontrol plot						
	237	1613.7	68.1	746512.2		

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The high incidence of a complex of native Trichogrammatid egg parasites and the consequent low larval densities of T. ni indicates the control potential of the former. The sharp decline in parasitism in the treated plots after the second chemical treatment but comparatively high incidence in the control plots indicates to some extent the adverse effects the chemicals exert on natural enemies. This may also reflect the reason for complete absence or scarcity of parasites and high larval densities of the pests in commercial gardens which are subjected to chemical sprays as a routine.

Establishment of *A. plutellae* even when the host densities were very low in the experimental plots suggests that the Braconid may establish permanently. Also, the absence or scarcity of effective native larval and pupal parasites of *Plutella* and *Trichoplusia* warrants introduction of additional known parasites in order to obtain biological control of both these pests.

Reliance will have to be placed on insecticides to control *Hellula*. From the results obtained in Table 5 Surecide-treated plots had a significantly lower number of plants damaged by *Hellula* than the other treatments. It may be argued that if chemicals have to be used then why attempt biological control of *Plutella* or T. ni. The present studies do indicate that *Hellula* may be kept at low densities by judicious use of chemicals without greatly disrupting the balance of natural control with respect to other pests. The yield data obtained in Table 8 would substantiate this point, i.e., there is no significant difference in yield between the integrated and chemical control blocks. For integrated control only two chemical applications were made, where as in the chemical control there were four spray applications. As *Hellula* may be the key pest to the development of a satisfactory pest management programme further investigations into the biology and seasonal development of *Hellula* are warranted to determine the factors regulating its populations. This will help to develop a more ecological approach for its control.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks are due to Dr. Sudha Nagarkatti, Entomologist, Commonwealth Institute of Biological Control (CIBC), Indian Station, Bangalore, for determinations of the Trichogrammatids and Dr. F.D. Bennett, Director, CIBC, for going through the manuscript and making valuable suggestions.

REFERENCES

BENNETT (F.D.) and YASEEN (M.). - Parasite introductions for biological control of three insect pests in the Lesser Antilles and British Honduras. Pans 18, 468-74, 1972.

BUCKMIRE (K.U.). - Current status of insect pests on some food crops in the Commonwealth Caribbean. Proc. 13th Ann. Mtg. Caribbean Food Crop Society, 12 pp. 1975.

FENNAH (R.G.). - The insect pests of food crops in the Lesser Antilles. Department of Agriculture, St. Georges, Grenada, 1947.

GANPAT (R.). - Growing cabbage year round. Central Expt. Sta. Trinidad, Crop Bull. 19 4 pp., 1973.

MANJUNATH (T.M.). - Some new records of parasites of *Trichoplusia ni* (Hubner) and *Plusia orichalcea* in India. Curr. Sci. 41, 130-132, 1972.

PARASRAM (S.). - Control of cabbage budworm *Hellula phidilcalis* Wlk. on cabbages in Trinidad. Trop. Agric. Trin. 46, 343-47, 1969.

PARASRAM (S.). - Insecticidal evaluation. University of the West Indies, Dept. Crop Science, paper 10, 34-35, 1973.

YASEEN (M.). - Biology, seasonal incidence and parasites of *Plutella xylostella* (L.) in Trinidad and the introduction of exotic parasites into the Lesser Antilles. In Crop Protection in the Caribbean (C.W.D. Braithwaite, R. H. Phelps and F.D. Bennett eds.). University of the West Indies, Trinidad, 237-244, 1974.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 502-508, 1977.

BASES ECOLOGIQUES D'UN PROGRAMME DE LUTTE CONTRE LE THRIPS DE LA ROUILLE DE LA BANANE, *CHAETANAPHOTHRIPS ORCHIDII* BAGNALL, *(TRYSANOPTERA, THRIPIDEA)*

P. DELATTRE[°] - J.P. TORRE-GROSSA[°°]

INTRODUCTION

Depuis 1968 des populations du thrips de la rouille de la banane, *Chaetanaphothrips orchidii*, se sont développées dans les bananeraies des Antilles Françaises y effectuant des dégâts évalues dès 1973 à 10 % de la production annuelle (données de la SICA-ASSOBAG [1], Basse-Terre). Depuis cette date nous avons entrepris d'étudier la biologie de ce ravageur et de définir quelques unes des caractéristiques écologiques de ses populations.

C'est en fonction des observations relatives à la distribution, à la dynamique des populations larvaires et adultes du ravageur ainsi qu'au comportement des insectes (mode de colonisation des régimes, déplacements, polyphagie) que nous avons cherché à établir un programme de lutte raisonné.

I - CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES ET ETHOLOGIQUES DES POPULATIONS LARVAIRES ET ADULTES DE C. ORCHIDII

La plupart des observations relatées dans ce chapitre, ont fait l'objet de publications plus détaillées (DELATTRE, 1975 ; DELATTRE et TORRE-GROSSA 1976) dans lesquelles on trouvera les méthodes et les techniques employés, ainsi que les conditions d'expérimentation. Seuls sont résumés ici les résultats des observations intéressant la protection des cultures.

1) Distribution spatiale

Dans une parcelle infestée la distribution des populations larvaires et adultes de *C. orchidii* varie entre une distribution contagieuse classique et une distribution au hasard (figure 1), ceci étant fonction de l'abondance des insectes et des époques de dispersion. On n'observe pas de distribution fortement agrégée et de ce fait l'échantillonage par contrôle visuel de 9 régimes par hectare est jugé suffisant pour obtenir une estimation correcte des destinées de population et de leurs variations

Sur le bananier la répartition est par contre très hétérogène, aucun thrips n'est observé sur le bulbe et très peu sur les organes de la plante n'offrant pas d'abris naturels (limbes des feuilles, hampe florale). Les densités sont très faibles sur le pseudotronc et dans ce cas toujours nettement inférieures à celles qui sont observées sur le régime. C'est à ce niveau de la plante en effet que les colonies sont les plus importantes, leur densité diminuant progressivement du haut vers le bas du régime.

(°) Laboratoire de Recherches sur la faune sauvage - C.N.R.Z. Domaine de Vilvert 78305 - JOUY en JOSAS

(°°) Station de Zoologie et Lutte Biologique - I.N.R.A. - Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)

(1) SICA-ASSOBAG : Société d'Intérêt Collectif Agricole-Association des planteurs de banane de Guadeloupe.

2) Comportement des différents stades

a) Stade et mode de colonisation du régime

Seuls les régimes présentent un minimum d'abris (zones de contact entre fruits voisins) sont colonisés, ce qui correspond sensiblement aux régimes d'un grade moyen supérieur à 21,5 mm de diamètre ; soit le stade qui suit immédiatement le redressement des mains sur le régime pour la variété "Poyo".

Deux modes de colonisation du régime ont été mis en évidence : d'une part une colonisation active à partir des populations de thrips développées sur le pseudo-tronc et dans ce cas l'isolement des régimes par engluage de la hampe florale permet de montrer la régularité de ce mode de contaminations, d'autre part une colonisation passive par migration et transport par le vent des adultes d'un régime à l'autre ou des plantes adventices vers les régimes et dans ce cas des piégeages réalisés à l'aide de plaquettes colorées et engluées ont montré des déplacements de ce type à plusieurs niveaux au-dessus du sol (de 0,60 m à 1,80 m), le nombre de capturés diminuant avec la hauteur de piégeage (figure 2).

b) Caractère polyphage de *C. orchidii*

A l'occasion des expériences précédentes utilisant la technique du piégeage englué nous avons pu observer que des captures nombreuses étaient réalisées à la suite des désherbages chimiques effectués sous les bananeraies. Au niveau des adventices se développent en effet des populations importantes de ces thrips qui y effectuent leur cycle complet, en particulier sur des graminées (*Paspalum paniculatum* L., *Brachiaria purpurescens* (Raddi Hems) et des composés (*Ageratum conyzoïdes* L., *Bidens pilosa* L., *Sonchus oleraceus* L.). Ce caractère polyphage du thrips a été mis à profit au laboratoire pour la mise au point d'une méthode d'élevage commode de cet insecte sur des plants de *Vigna* sp.

3) Fluctuations des populations

La mise au point de méthodes d'échantillonnage fiables a permis de suivre la dynamique des populations du thrips. Celle des stades larvaires au niveau du régime est la plus représentative et traduit le mieux les variations d'abondance de ce ravageur (figure 3). Elle établit par ailleurs la meilleure corrélation que nous ayons trouvée avec les estimations des dégâts effectués.

Les époques de pullulation du ravageur se situent entre les mois d'Avril et de Septembre. D'Octobre à Mars l'augmentation des précipitations et les baisses de température réduisent suffisamment les populations pour que les dégâts puissent être considérés comme tolérables.

Au cours des périodes de pullulations on remarque que les variations intracycliques (ou oscillations) de populations sont très brutales. Ceci s'explique par le rythme de reproduction très rapide et l'absence de facteurs limitants (ennemis naturels) autres que les facteurs climatiques et alimentaires, mais ceci implique par ailleurs de grandes difficultés dans la prévision des pullulations de cet insecte au cours des périodes favorables.

II - ETABLISSEMENT D'UN PROGRAMME DE LUTTE RAISONNEE

La connaissance des périodes de risques de pullulation et la compréhension des mécanismes de contamination des parcelles et des régimes permettent d'indiquer quelles sont les mesures agronomiques ou techniques susceptibles d'avoir le meilleur impact sur les populations du ravageur.

En premier lieu, au moment de la plantation des nouvelles bananeraies on

préfèrera l'utilisation de bulbes à celles de "baionnettes" susceptibles d'être déjà infestées.

Du fait des facilités de déplacement des thrips on veillera à retarder où à réduire la colonisation des régimes par la pose correcte de housses plastiques à un stade antérieur au stade de colonisation habituel des régimes (grade moyen à 21,5mm). Cette manipulation est simple et efficace, comme ont pu le montrer nos observations personnelles en Guadeloupe et celles de LACHENAUD en 1972 (Comm. pers.) en Martinique et un matériel de pose automatique de ces housses, actuellement à l'étude, doit permettre la généralisation de cette pratique.

Par ailleurs nous avons noté que les adventices constituent des plantes hôtes sur lesquelles se multiplient des populations abondantes du ravageur. En conséquence et particulièrement entre les mois d'Avril et de Septembre le désherbage fréquent à l'intérieur et aux alentours des bananeraies doit être assuré de façon à limiter les populations de la strate herbacée qui constitue un danger potentiel de contamination massive des régimes. Ces traitements (désherbages chimiques, manuels ou travaux culturaux superficiels) seront de préférence effectués avant la jetée des régimes, au moins dans le cas des jeunes plantations où l'échelonnement des fructifications est réduit.

L'utilisation de housses préalablement traitées avec des insecticides incorporés ou non peut être évitée lorsque les mesures précédentes ont été correctement effectuées comme l'ont confirmé les observations des services techniques de la SICA-ASSOBAG en Guadeloupe. L'expérimentation de nouveaux pesticides telles les pyréthrines de synthèse ainsi que des essais d'enrichissement de la faune parasitaire ou prédatrice (très pauvre en Guadeloupe) par introduction d'ennemis naturels devraient maintenant être développés pour compléter ces observations préliminaires.

Lorsque ces mesures préventives ont échoué le recours à la lutte chimique s'impose. Il ne devrait pas intervenir cependant au-dessous de densité de populations larvaires égales à 40 larves par unité échantillon, qui peut être considéré comme la valeur du seuil de tolérance à *C. orchidii*.

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. BOURNIER pour son aide dans la détermination des thrips et l'équipe technique de l'ASSOBAG à Basse Terre qui nous a prêté son concours pour l'échantillonnage des insectes.

BIBLIOGRAPHIE

DELATTRE (P.). - Connaissances actuelles de la biologie du thrips de la rouille de la banane, *Chaetanaphothrips orchidii, (Thysanoptera, Thripidae)*. Conférence ACORBAT, Mai 1975, Martinique, 6 pp., 1974.

DELATTRE (P.), TORRE-GROSSA (J.P.). - Comparaison de quatre méthodes d'échantillonage applicables à l'étude du thrips de la rouille de la banane *(Chaetanaphothrips orchidii, Thysanoptera, Thripidae)*. Estimation rapide des oscillations de population. Nouv. Agron. Antilles-Guyane, 1, 3, 186-198, 1975.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

RESUME

La connaissance des caractéristiques écologiques et éthologiques des populations larvaires et adultes du thrips de la rouille de la banane nous a conduit à proposer un programme de lutte raisonné contre ce ravageur.

SUMMARY

The knowledge of ecological and ethological characteristics of larvae and adults populations of banana rust thrips conducted us to propose a rational control programm.

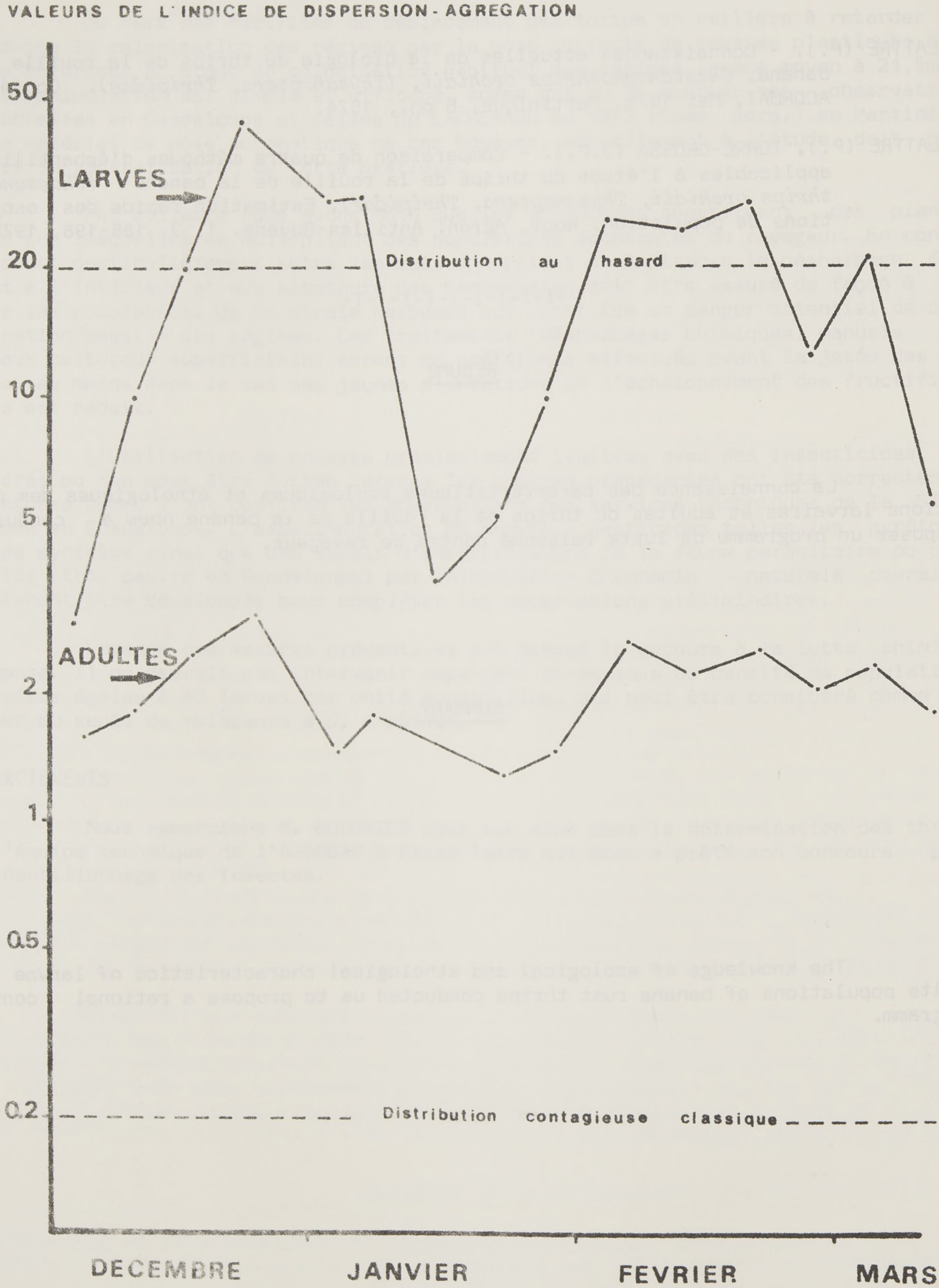


Figure 1 : Variations de l'indice de dispersion - agrégation calculé pour les populations larvaires et adultes de *C. orchidii*.

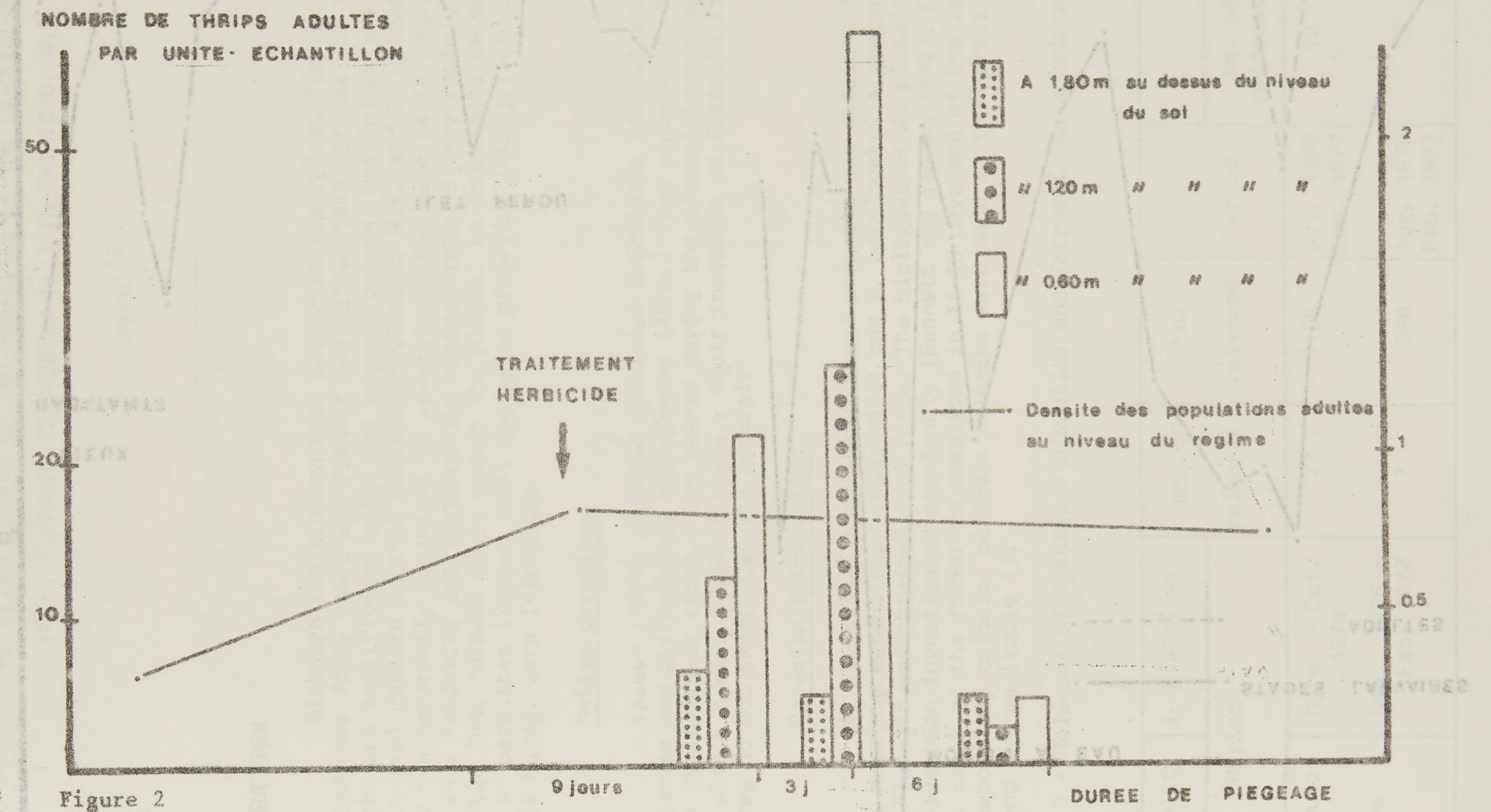


Figure 2

Résultats de piégeage effectués à l'aide de plaquettes engluées quelques jours après l'application d'un traitement herbicide.

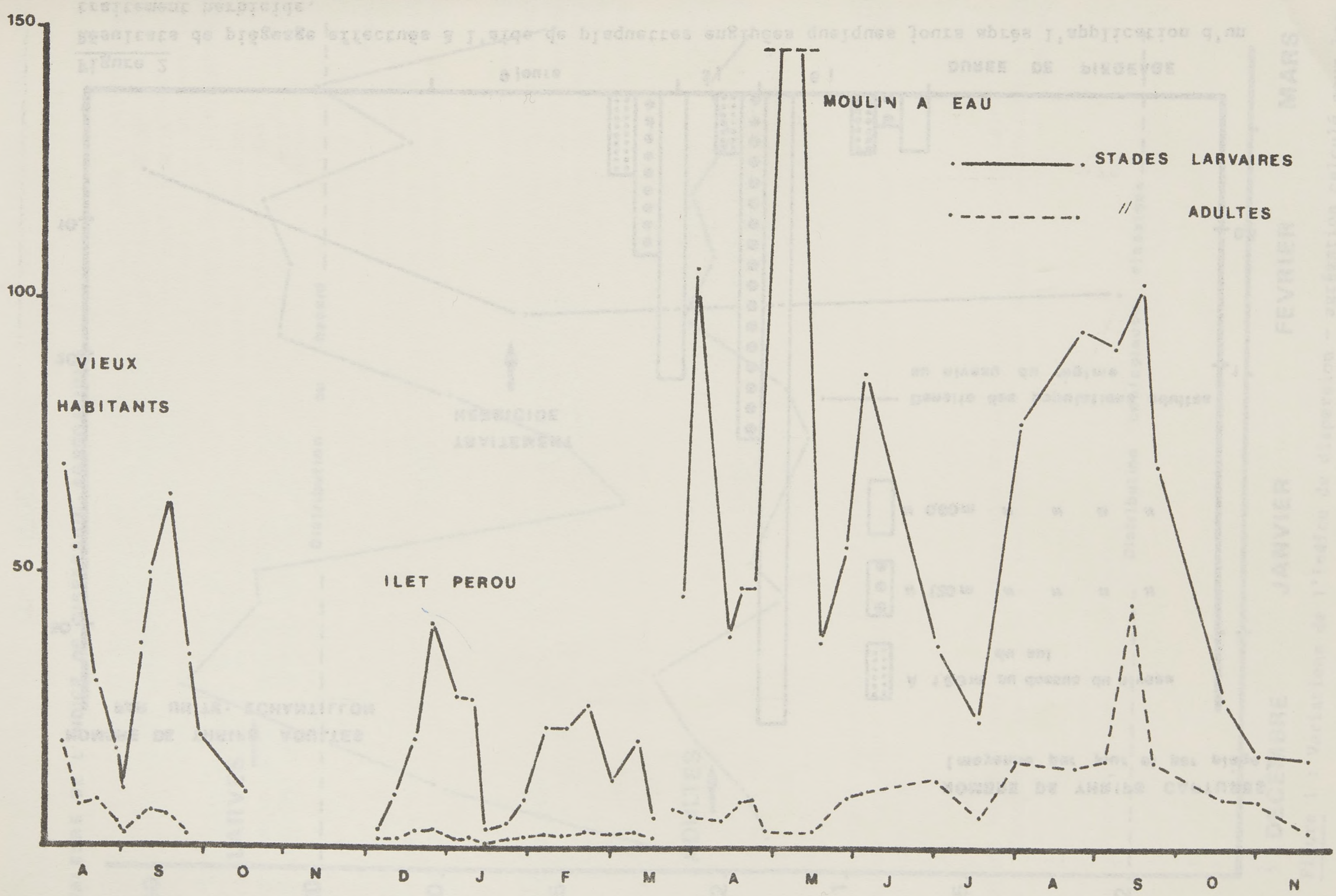


Figure 3 : Fluctuations des populations de *C. orchidii*

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 509-512, 1977.

THE ESTABLISHMENT OF TWO PARASITES OF THE DIAMOND-BACK MOTH, *PLUTELLA XYLOSTELLA* (L.) IN TRINIDAD, W.I.

M. YASEEN[°]

INTRODUCTION

Although the diamond-back moth *Plutella xylostella* (L.) was recorded from Trinidad over forty years ago (Lamont and Callen 1945) it has not been a major pest of cabbages and cauliflowers until the present decade. Pesticides are frequently applied as a control measure against *Hellula phidilealis* Wlk. and *P. xylostella* and the latter is now apparently resistant to several of them here as in Jamaica (Suach and Ellis 1974). Following applications its numbers rebound very rapidly causing such severe damage that farmers often uproot the plants. As comprehensive surveys indicated a dirth of parasites (Yaseen 1974) *Apanteles plutellae* (Kurdj.) and *Tetrastichus sokolowskii* Kurdj. were introduced.

Native parasites

Yaseen (1974) reported *Apanteles aciculatus* (Ashm.) and *A. glomeratus* L. from larvae and *Spilochalcis hirtifemora* (Ashm.) from pupae of *P. xylostella*. *Trichogramma brasiliensis* (Ashm.) was reared during the present investigation. These parasites attack a wide range of hosts ; their incidence on *Plutella* is usually very low and they do not exert adequate control.

Parasite introduction

A. plutellae, a solitary larval parasite was obtained from Barbados where it had recently established (Alam 1974) and *T. sokolowskii* a gregarious pupal parasite of *Plutella* was obtained from India. The biologies of *A. plutellae* and *T. sokolowskii* have been investigated previously (Bennett and Yaseen 1972). Development from egg to adult of the former is completed in 11-13 days and of the latter in 11-18 days. From laboratory colonies periodic releases were made in the market gardens at Aranguez and Macoya (table 1).

Table 1 - Releases of *Apenteles plutellae* and *Tetrastichus sokolowskii* in Trininad.

Locality	*A. plutellae*			*T. sokolowskii*	
	Period	No. of releases	No. released	Period	No. of releases	No. releases
Aranguez	Mars - Oct. 1976	27	1109	Jul. 1976 Jan. 1977	19	6950
Macoya	Dec. 1976 - Feb. 1977	7	348	Aug. 1976 Feb. 1977	3	700

(°) Commonwealth Institute of Biological Control Gordon Street, Curepe, Trinidad, West Indies.

Parasite adults were kept in the laboratory for one day to ensure mating before release. As commercial fields are sprayed once or twice a week the initial releases were made in abandoned fields or in those that had been harvested to avoid the effects of pesticide residues.

Recovery surveys

Initial recoveries of *A. plutellae* at Aranguez were made in July 1976 and at Macoya in December 1976 soon after the first release. Details of prasitism obtained from samples up to June 1977 are given in table 2.

Table 2 - Recovery of *A. plutellae* at Aranguez and Macoya 1976 - 1977

Month	Aranguez			Macoya		
	Plutella larvae	*A. plutellae* No.	%	*Plutella* larvae	*A. plutellae* No.	%
Jul. 1976	375	19	5.1			
Aug.	800	74	9.3			
Sep.	850	72	8.4			
Oct.	680	77	11.4			
Nov.	545	66	12.1			
Dec.	425	61	14.2	250	9	3.6
Janv. 1977	730	201	27.5	370	30	8.1
Feb.	650	198	30.6	800	169	21.1
Mar.	565	159	28.1	680	181	26.6
Apr.	485	180	37.1	Samples not available		
May	217	105	48.4			
Jun.	393	220	55.9			

At Aranguez where cabbages are grown very extensively while the earlier samples yielding the parasite were mostly from in and around the release sites samples from October onward when further releases were stopped showed that the parasite had spread throughout the area. During the early part of the dry season in January and March when the host populations are usually high *A. plutellae* showed a fairly high incidence. Its incidence, however, continued to increase even after the wet season had commenced in May - June when pest populations are usually at a reduced level.

At Macoya there were only three cabbage fields during December to March.

Two species of hyper-parasites *S. hirtifemora* and *Ceraphron* sp. were obtained from field-collected cocoons from both areas. The incidence of attack by both species was less than 5 %.

T. sokolowski was first recovered at Aranguez in August. It has since been obtained from several samples and by April had spread all over this area although the incidence was not very high. At Macoya while only a few pupae field-collected in September-January yielded the Eulophid parasitism continued to increase up to March. Samples were not available for recovery surveys during the rest of the dry season.

DISCUSSION AND CONCLUSION

The regular occurrence of *A. plutellae* more than six months after the last release at Aranguez shows it has survived at least 12 field generations ; the rising level of parasitism indicates that it is well established in the main commercial cabbage-producing areas.

T. sokolowskii has survived for several generations and also appears to be well established. Parasitism by *A. plutellae* especially in the later samples shows its greatly appreciable role as a regulator of *Plutella* populations. However, it is too early to ascertain the final impact it may have on the pest. The two hyperparasites while not important to date could in the future affect its efficiency. Also the routine application of pesticides against other pests may adversely affect the parasites. Keeping in view the importance of *Plutella* it seems desirable to introduce additional known parasites as well as parasites of other cabbage pests. There are numerous species of parasites (Thompson 1948) ; several of these merit trial in Trinidad. Attempts are underway to obtain stocks of *Diadeguma varuna* Gupta, *Macromalon* sp. and *Thyraeella collaris* (Grav.).

ACKNOWLEDGEMENTS

The investigation was supported by a grant from the Ministry of Agriculture, Republic of Trinidad and Tobago. Dr. F.D. Bennett, Director, Commonwealth Institute of Biological Control, advised during the course of investigation and criticised the manuscript. These are gratefully acknowledged.

REFERENCES

ALAM (M.M.). - Biological control of insect pests of horticultural crops in Barbados. In "Crop Protection in the Caribbean" (C.W.D. Brathwaite, R.H. Phelps and F.D. Bennett ads.) pp. 253-261. Univ. West Indies, Trinidad, 1974.

BENNETT (F.D.) and YASEEN (M.). - Parasite introduction for biological control of three insect pests in the Lesser Antilles and British Honduras. PANS 18, 468-74, 1972.

LAMONT (N.) and CALLAN (E.) McC. - Moths new to Trinidad, B.W.I. Zoologica 35, 197-207, 1945.

SUAH (J.R.R.) and ELLIS (D.W.). - Insecticide control of cabbage caterpillars in Jamaïca. In "Crop Protection in the Caribbean" (C.W.D. Brathwaite, R. H. Phelps and F.D. Bennett eds.) pp. 263-266, Univ. West Indies, Trinidad, 1974.

THOMPSON (W.R.). - A catalogue of the parasites and predators of insect pests. Sec. 1 pt. 8, 386-523. Imperial Parasite Service, Belleville, Canada and Lon. Commonw. Inst. Ent., 1946.

YASEN (M.). - Bilogy, seasonal incidence and parasites of *Plutella xylostella* (L.) in Trinidad and the introduction of exotic parasites into the Lesser Antilles. In "Crop Protection in the Caribbean" (C.W.D. Braithwaite, R. H. Phelps and F.D. Bennett eds.) pp. 237-244, Univ. West Indies, Trinidad. 1974.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

ABSTRACT

The diamond-back moth *Plutella xylostella* (L.) is a major pest of cabbages in Trinidad, W.I. The native parasites, *Apanteles aciculatus* (Ashm.), *A. glomeratus* L., *Spilochalcis hirtifemora* (Ashm.) and *Trichogramma brasiliensis* are usually scarce and do not exert adequate control. In an attempt to obtain biological control *Apanteles plutellae* (Kurdj.) and *Tetrastichus sokolowskii* Kurdj. were introduced. Both parasites are now established.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 513-522, 1977.

BEYOND THE RANDOMIZED COMPLETE BLOCK : NEW STATISTICAL CONCEPTS FOR THE DESIGN AND ANALYSIS OF FIELD EXPERIMENTS

A.C. BREWER(°)

INTRODUCTION

By far the most common statistical technique employed in the conduct of field experiments in the region is that associated with the randomized complete block design or occasionally modifications of this which retain balanced block and treatment structures which are comparatively simple to statistically analyse and interpret. On occasions these designs and methods of analysis prove to be entierly satisfactory and produce clear and precise results for the experimenter. However, all too frequently the results of these methods are in varying degress found to be disappointing, giving little or no resultant information on the subject under investigation. For example, Brewer (2) in a survey of coefficients of variation in a series of maize experiments, found the median value of this sample to be 21.48 % which can hardly be described as satisfactory. In order to introduce the new concepts it will be instructive to consider some of the causes of such poor results.

One such cause is that the experiment is either poorly managed or that one or more unfortunate occurrences have happened during the conduct of the trial such as waterlogging, praedial larceny etc. Although astute experimenters or biometricians can occasionally retrieve something from the disaster, no statistical technique can of course insure against such a happening. Another is that the intrinsic variability of the material used in the study (land or plants) is higher than expected, giving less precise estimates than one would have hoped for. This means that a larger trial than the one actually laid down would have been necessary and thus it is always beneficial to know the level of variability one is dealing with when an experiment is being planned. It will be seen that the application of the new methods can sometimes be of assistance here.

A third cause is where the blocking used has been ineffective in its purpose of accounting for a substantial amount of the variability in the field. Symptomatic of this is the presence of a small mean square for block effects in the analysis of variance of the data. Now some experimenters are more skilful in their allocation of blocks to the experimental areas than others, but I expect all at some time or another have had the experience of the pattern of variation in the field not following the pattern expected when the blocks were allocated. This brings us to the question of whether there are other methods of explaining and controlling variability in the field which are not so dependent upon the configuration of plots in the experiment decided upon beforehand. The methods to be described here are being developed from what is considered to be one of the fundamental properties of field variation.

Models of Spatial Variation

The customary method of forming blocks in a field experiment is to place them on integrated areas of land, possibly elongated in one direction of greateer variability. This is in recognition of the generally accepted principle that areas of land in close prowimity to each other are more similar in nature than those which are further apart. Rather than split the area into discreet units which are assumed within themselves to be homogeneous, models of spatial variation attempt to apply this general property over the whole area.

(°) Seconded on technical assistance by the United Kingdom Ministry of Overseas Development.

There are in general three rules upon which such models can be thought to apply. The lowest and most fundamental is that between points in a field. Conceptually each point in an experimental plot has a response potential and the response of the plot, apart from the treatment effect, is made up of the sum of the responses of each of its individual points. Response potentials of points closer together are more similar than those farther away and neghbouring plots will tend to be similar in their response because their respective points are close to each other. Matern (1970) has described some models of this sort and they will generally be referred to as Matern's models.

The intermediate scale is that between individual plants, an example of a model of this nature being that considered by Mead (1967). However, models of this nature are normally used for a different purpose, that of investigating competition effects, resulting in adjacent plants being less similar in their response then in general.

The largest scale is that between plots of the experiment in which the responses of individual plots are regressed upon their neighbours. Besag (1) lays a comprehensive theoretical foundation for one class of such models, whilst other are available. Whilst it is recognised that such models can only be an approximation in the field experiment situation because the response of a plot is the aggregation of such models, whilst other types are available. Whilst it is recognised that such models can only be an approximation in the field experiment situation because the response of a plot is the aggregation of the response over an integrated area of land, they do however constitute the easiest tools to use on an empirical set of data and can in some situations form a fair approximation to Matern's models.

It will be seen in the following three sections how consideration and investigation of these models can have an impact on the conduct of field experiments through the stages of planning, design and analysis. They may be particularly valuable in the Caribbean region where experimental land is often less homogeneous than in other areas.

Planning of Experiments

There are a number of questions to be decided upon during the planning stages of a field trial butthis paper is concerned with the particular problem of the field layout and the statistical design. Questions on statistical design will be covered in the following section but once a design has been proposed, within the general framework of the design the number, size, shape and arrangement of the plots has to be determined. It is then necessary to draw up a detailed field plan incorporating the properties decided upon in this determination.

In its present state, this process is almost entirely subjective in nature, the efficiency of the various decisions being dependent entirely on the experimenter's experience and expertise in "reading" the likely performance of the experimental land and material that he is dealing with. In practice he will base his judgement on what has happened before on the same or similar land and on the past performance of the crop. It would be a great help to him if more precise information of this sort were available and it is in this respect that an empirical investigation of spatial variability in field trials can be of great use.

As an example let us suppose that the experimenter has 4 treatments which he is to arrange in blocks of 4 in a randomized complete block design. From fitting spacial variation models to past experiments on similar land, and by considering the crop now under study, a particular model having a component of variability due to the environment, genetic variability of the planting material, and other random variability can be assumed to hold in the present case. Figure 1 shows some possible configurations of plots within blocks and table 1 shows the expected coefficients of va-

.../...

riation which would result from these and other configurations from a particular model of this type. The actual units of measurement are not important for the purposes of the example.

The model used in the example has no direction where variability is greater than in others, but it is evident from table 1 that even in this entirely symmetric case the size, shape and configuration of plots within blocks all have an effect on the resulting precision to be expected. Cases 4 and 6 produce the lowest C of V.'s which supports the proposition that on well balanced land, the best arrangement for block experiments is to have elongated plots laid side by side to form compact blocks Also it can be seen that larger size plots tend to be associated with lower C. of V.'S although, by comparing cases 2 and 3, we can ascertain that this does not always hold Case 3 has the same arrangement as case 2 but the lengths have been doubled (and consequently the areas quadrupled) yet it results in a higher C. of V. This effect has resulted from the fact that at this particular point of the scale the greater homogeneity within 2x2 blocks compared to 4x4 blocks has outweighed the greater accuracy of the larger plots in estimating the response of the crop. Although it is certainly not assumed that this particular model applies to any known situation, it should nevertheless serve as a warning against the impression that larger plots always imply greater accuracy.

Also included in Table 1 are estimates of how many replicates are needed to detect treatment differences of 10%, 15% and 20% of the overall mean response. Thus models of spatial variability can also assist in determining the size of the experiment necessary to achieve the objectives, which has hitherto been a very difficult question to answer. Alternatively one might be able to say whether it is worthwhile conducting the trial with the present resources.

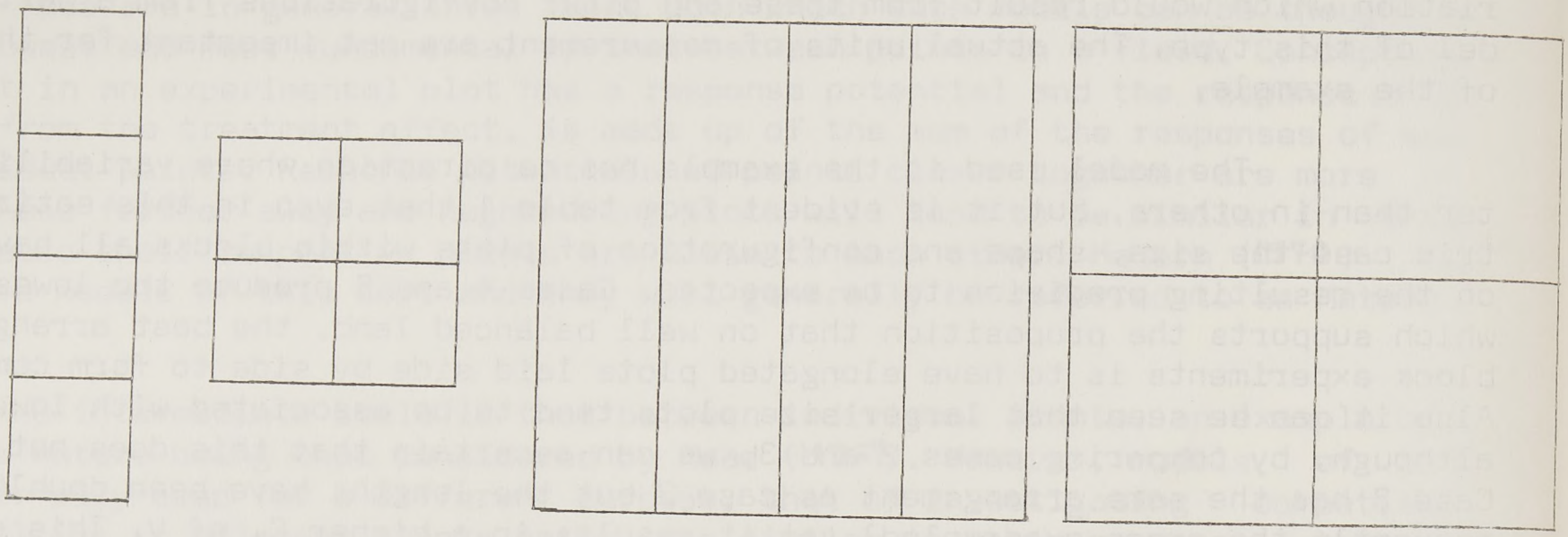
The example illustrates the usefulness of the approach in the case of a simple design under well behaved conditions. When the situation is more complex due to the presence of directional variation when slopes are encountered, for instance, systemmatic variation due for instance to bedding, or irregular variation due to observable factors such as drainage or soil nutrients the task facing the experimenter of deciding upon the optimum field layout can sometimes be almost insuperable. However, with sufficient care and prior information, spatial models of greater complexity which incorporate the expected effects can be formed and investigated in like manner.

The Experimental Design

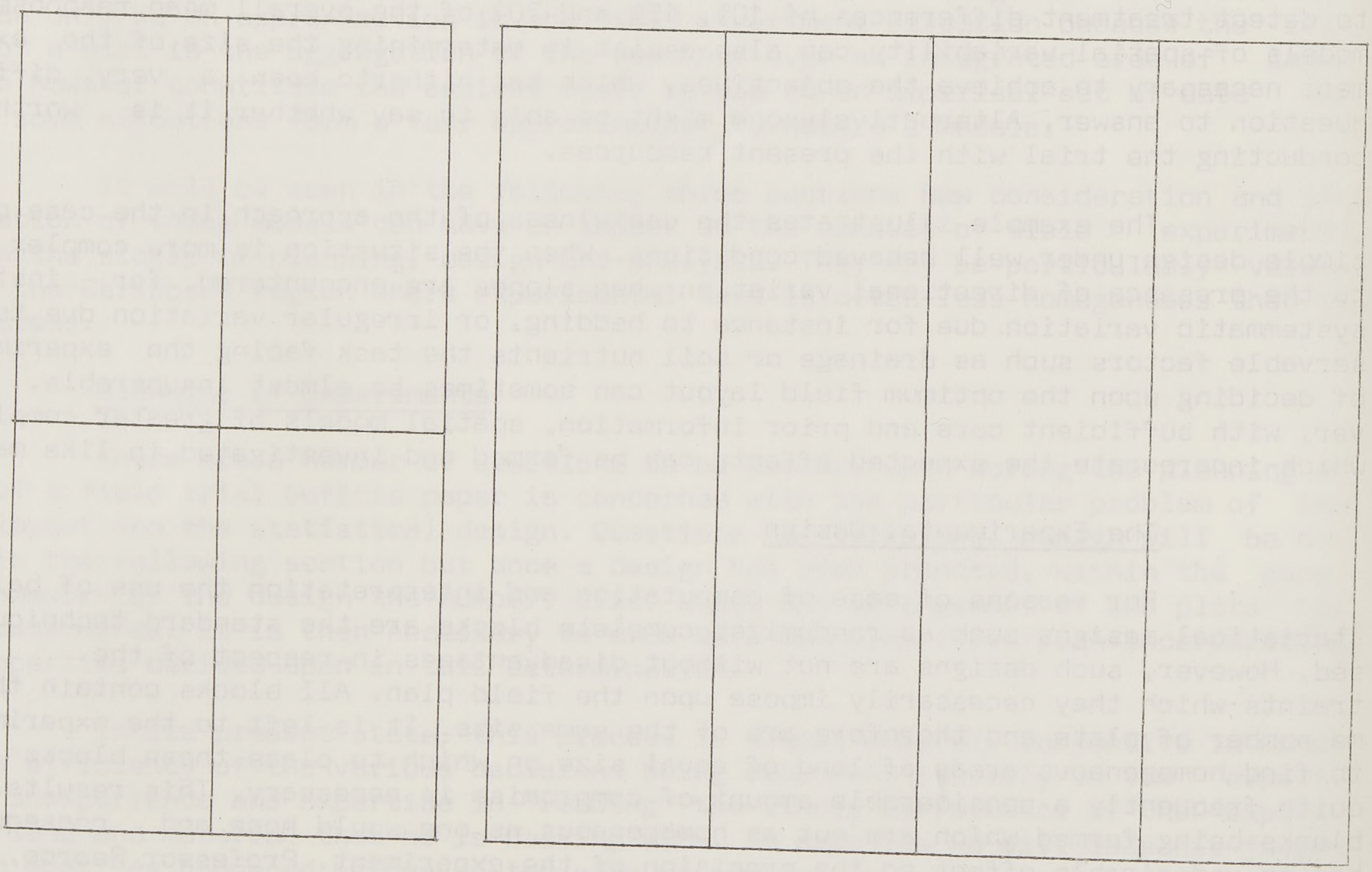
For reasons of ease of computation and interpretation the use of balanced statistical designs such as randomized complete blocks are the standard techniques used. However, such designs are not without disadvantages in respect of the constraints which they necessarily impose upon the field plan. All blocks contain the same number of plots and therefore are of the same size. It is left to the experimenter to find homogeneous areas of land of equal size on which to place these blocks and quite frequently a considerable amount of compromise is necessary. This results in blocks being formed which are not as homogeneous as one would hope and consequently has an undesirable effect on the precision of the experiment. Professor Pearce, in a series of seminars during a visit to the region, propounded views that with the ever increasing presence of computers which can easily perform the more complex calculations involved with unbalanced designs given a suitable computer program, the advantages of balalanced designs have been diminished. Thus it is possible for the experimenter to choose his blocks, not neceesarily all of the same size, more according to his expectation of how the land will behave. When using unbalanced block designs, techniques for the optimum allocation of treatments to blocks (Jones (3) and for the analysis of data (Pearce et al. (7) can be used.

Although the statistical efficiency of unbalanced designs are not as high for balanced designs in general, a skilful use of them in some situations can undoubtedly dramatically increase the resulting precision of the results. It is evident that

.../...



Plot size :	1×1	1×1	4×1	2×2
Block size :	4×1	2×2	4×4	4×4



Plot size :	4×2	8×2	
Block size :	8×4	8×8	

Fig. 1 - Some possible shapes and arrangements of plots within blocks of 4 plots.

Table 1 - Expected coefficients of variation and sizes of experiment necessary for various plot and block configurations under a particular spatial variability model.

Case number	Plot size	Block size	C. of V.	No. of reps. required to detect differences of:		
				10 %	15 %	20 %
1	1x1	4x1	18.7 %	28	13	7
2	1x1	2x2	15.6 %	20	9	5
3	2x2	4x4	17.2 %	24	11	6
4	4x1	4x4	13.8 %	16	7	4
5	4x2	4x8	16.0 %	21	10	6
6	8x2	8x8	12.4 %	13	6	3

when this promising fresh approach is used, the greatest advantages will accrue when the experimenter has a clear picture of the expected performance of the land he is dealing with. Since models of spatial variation attempt to characterize the performance of a field, they can be used to great effect in this situation. With the investigation of a representative model, the experimenter will be able to see for himself the effects of blocks of different sizes, shapes and arrangements on the precision of the experiment and will thus be in a better position to judge the relative merits of different formations. Indeed, this can be seen to be similar to and interactive with the application of the models in the last section, and thus can be viewed together as helping to form a useful field plan - design strategy for field experiments.

An alternative approach to experimental design is to at least partially disregard blocking techniques and work more directly on the assumption that neighbouring plots are more similar to each other than those farther away. We shall see in the next section how alternative methods of analysis of the data have developed using this property, whilst here some designs which "balance" the treatments with the neighbouring plot effect will be briefly described.

One possibility is the familiar method of the chequer-board pattern of planting a standard treatment as neighbours to all experimental treatments (Fig. 2). All contrasts of experimental treatments with the standard treatment are balanced with respect to the neighbouring plot effect. When the object of the experiment is to investigate these contrasts in particular, rather than contrasts between experimental treatments, this can be a useful design. One has, however, necessarily to make the assumption that competition effects between the standard and other treatments are negligible.

We could alternatively consider designs such as the 4x4 and 5x5 latin squares shown in Fig. 3. It can be seen that each treatment neighbours every other treatment exactly once in each direction in the case of the 4x4 square, and twice both lattidudinally and longitudinally in the case of the 5x5 square. Thus every contrast of two treatments is balanced with respect to the neighbouring plot effect.

Although such designs hold well-balanced properties when applying neighbouring plot techniques to them, to achieve this their possible arrangements in the field are even more restrictive than for balanced block designs. A further severe restriction on the latin squares is that only a small subset of the possible randomizations retain the properties described above. To justify their use, more work will need to be done on an investigation of their relative advantages over other designs. It is possible that less restrictive partially balanced designs (c.f. partially balanced incomplete blocks) can be generated.

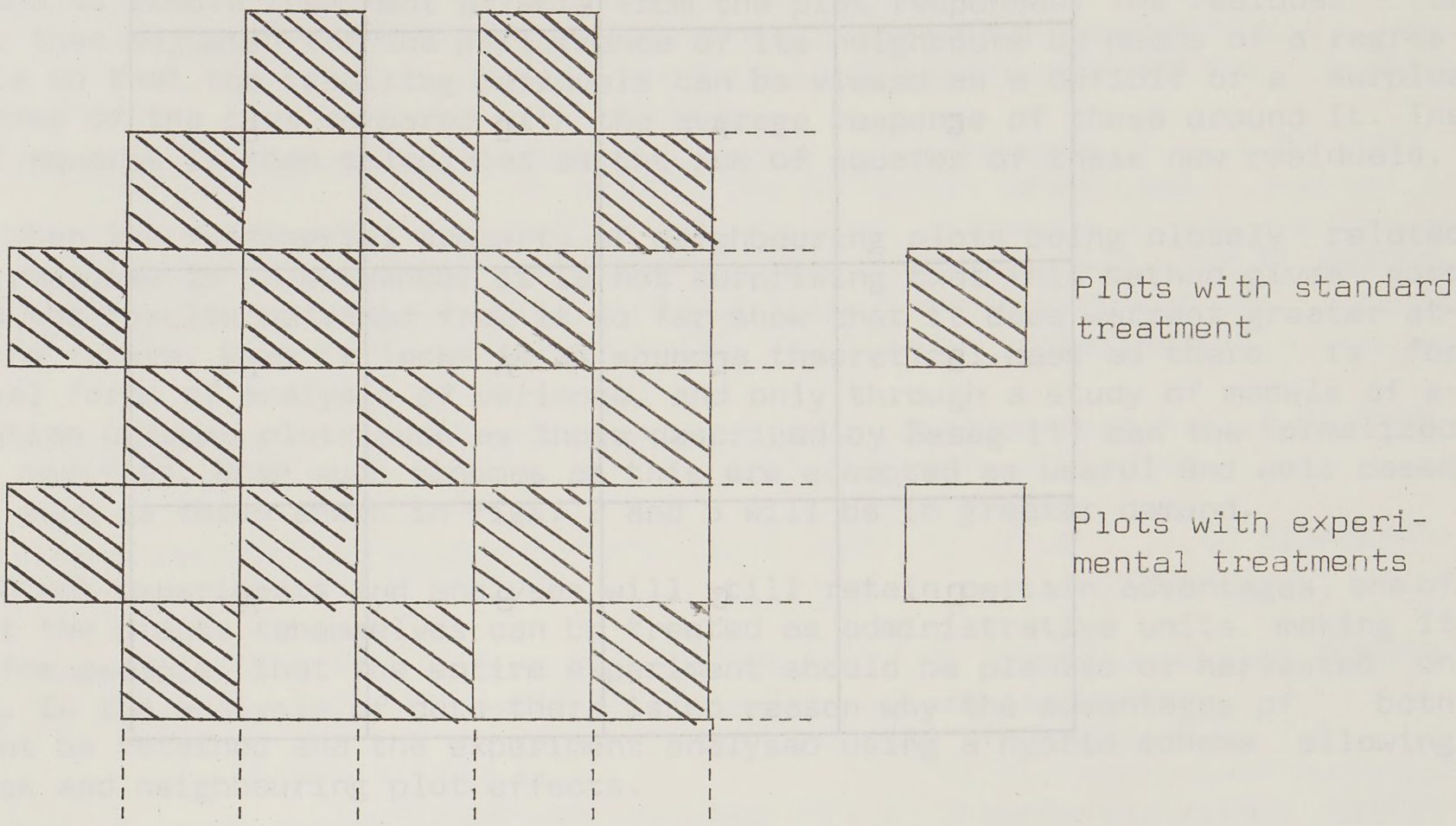


Fig. 2 - The check-board design

A	B	C	D
C	A	D	B
B	D	A	C
D	C	B	A

A	B	C	D	E
C	A	E	B	D
B	D	A	E	C
E	C	D	A	B
D	E	B	C	A

Fig. 3 - Latin squares balanced for neighbouring plot effects.

The Analysis of Experiments

In a recent paper Pearce (8) resurrected a method of data analysis due originally to Papadakis (6) of adjusting the performance of a plot with that of its neighbours. He reported that in a varied sample of experiments with perennial crops the methods were in many cases more successful in removing variation than the conventional block analysis. The method is simply to treat the experiment as a completely randomized design and to remove treatment effects from the plot responses. The residual for each plot is then adjusted for the performance of its neighbours by means of a regression analysis so that the resulting residuals can be viewed as a deficit or a surplus in the response of the plot compared with the average response of those around it. The error sum of squares is then calculated as the sum of squares of these new residuals.

When the fundamental property of neighbouring plots being closely related in terms of response is in evidence, it is not surprising that this method gives good results, and the results obtained from it so far show that it does warrant greater attention in the future. What it lacks is as sound a theoretical base as there is for the more usual forms of analysis of variance, and only through a study of models of spatial variation between plots such as those described by Besag (1) can the formalized and possibly modified. When such schemes as this are accepted as useful and well based, then designs such as those shown in figs. 2 and 3 will be in greater demand.

Block experiments and analyses will still retain certain advantages, one of which is that the blocks tehemselves can be treated as administrative units, making it unnecessary for example, that the entire experiment should be planted or harvested on the same day. In the analysis of data there is no reason why the advantages of both methods cannot be retained and the experiment analysed using a hybrid scheme allowing for both block and neighbouring plot effects.

Conclusion

In the widespread use of balanced block designs, experimenters are often constraining themselves in statistical straight-jackets resulting in a loss of accuracy in the results. By considering more closely the nature of field variation and alternative methods of design and analysis to deal with it, it is possible to greatly improve the methods now used. What is needed is for experimenters to realize that the practical application of statistical method is as in need of further research as the subject they are investigating in their field trials, and consequently will be prepared to venture a little further into the realms of unconventional statistical approaches - with the aid of a biometrician.

REFERENCES

BESAG (J.). - Spatial interaction and the statistical analysis analysis of lattice systems. J.R. Statis. Soc. B, 36, 192-236, 1974.

BREWER (A.C.). - A pilot survey on coefficients of variations in maize experiments and its use in predicting the efficiency of simple experimental designs. Proc. 12th Ann. Meeting Carib. Food Crops Soc. (In press).

JONES (B.). - An algorithm for deriving optimal block designs. Technometrics, 18, 451-458, 1976.

MATERN (B.). - Performance of various designs of field experiments when applied in random fields. Proc. 3rd Conf. Advisory Group of Forest Statisticians, 119-128, 1970.

MEAD (R.). - A mathematical model for the estimation of interplant competion. Biometrics, 23, 189-205, 1967.

PAPADAKIS (J.). - Bull. 23, Sci. Inst. d'Amelioration des plantes a Salonique (Greece). 1937.

PEARCE (S.C.), CALINSKI (T.) and MARSHALL (T.F.) de C. - The basic contrasts of an experimental design with special reference to the analysis of data. Biometrician, 61, 449-460, 1974.

PEARCE (S.C.) and MOORE (C.S.). - Reduction of experimental error in perennial crops, using adjustment by neighbouring plots. Expl. Agric. 12, 267-272, 1976.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

SUMMARY

Field experiments in the region often give results of disappointingly low precision. The paper ascerts that this is partially due to the widespread and sometimes indiscriminate use of balanced block designs. As an alternative to this models of spatial variation are introduced and their application to the planning, design and analysis of experiments is discussed. It is shown how they can help to determine the size, shape, number and arrangement of plots in the field ; and a new strategy is proposed of using the models in conjunction with unbalanced block designs. An alternative method of analysis involving the adjustment of the response of the plot according to the response of its neighbours is described, and some experimental designs thought to be suitable for this form of analysis are introduced.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 523-524, 1977.

INSECT FAUNA OF SORREL *(HIBISCUS SABDARIFFA)*

R. M. BARROW(°)

Sorrel, *Hibiscus sabdariffa* L. was grown at El Reposo demonstration Station, Sangre Grande during 1975-77 cropping seasons to determine whether the insects that occur on the crop are of economic importance.

Standard agronomic practices as outlined by Ganpat (1973) were adopted in the cultivation of the crop. No insecticides were applied. Dithane M 45 was applied at planting and at 21 day intervals until flowering commenced. Dwarf Early Red variety seed was used. The crop was sampled weekly and the following is a list of the insects regularly taken. Where known, the damage caused by the insects listed below is indicated :

COLEOPTERA	
Lycidae *Calopteron* sp	
Coccinellidae *Cycloneda sanguinea* (L.)	
Chrysomelidae *Oxychalepus alienus* Baly or very near *Myochrous* sp *Lexiphanes* sp near guerini (Perobose)	Chrysomelids most numerous insects collected. Adults feed on leaves.
Cerambycidae *Steirastoma breve* Sulz.	Adults girdle stem. Larvae tunnel in stem and branches.
DIPTERA	
Otitidae *Pterocalla tarsata* Schiner	
HEMIPTERA - HOMOPTERA	
Cicadellidae *Oncometopia* sp	
Cercopidae *Tomaspis* sp	
Mebracidae *Ceresa minor* Fowler	Adults and nymphs suck cell sap of stem and peticles. These insects were found throughout crop cycle and their incidence increased with maturity of crop.

(°) Ministry of Agriculture, lands and fisheries, Trinidad.

HEMIPTERA - METEROPTERA

Pyrrhocoridae *Dysdercus mimus distanti* Blote *Dysdercus honestus* Blote	Adults and nymphs of this group were found piercing and sucking the flowers.
Lygaeidae *Lygaeus* sp	
Coreidae	
Hypselonotus sp	
HYMENOPTERA	
Formicidae *Trachymyrmex* sp	Workers of this group damage seedlings of sorrel
Ectatomma ruidum Roger	These ants attend membracids on the sorrel plant
ORTHOPTERA	
Tettigoniidae *Conocephalus* sp	Adults and nymphs feed on leaves
LEPIDOPTERA	
Hesperidae *Eudamus catillus* Cram. *Atrytone eulogius* Cram. Onaphus columbaria (H & S)	Adults are nectar feeders and larvae areleaf rollers
Dermaptera	
An unindentified species.	

Most of the insects listed above were identified by the Insect Identification and Beneficial Introduction Institute of the USDA. None of the insects collected seem to be of economic importance as was indicated by the yields obtained. From previous findings, the ants, *Trachymyrmex* sp. and the cocoa beetle, *Steirastoma breve* could pose some problems if their incidence went untended.

The two crops grown experienced periodic flooding especially during early flowering, i.e. November-December and several plants evidenced wilting symptoms caused by *Phytophthora* sp. Leaf spotting *(Septoria* sp.) also occurred throughout the crop cycle but this did not seem to have any economic significance on crop production.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

REFERENCES

GANPAT (R.). - *Sorrel Production* C.E.S. Bulletin No. 20 (1973).

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 525-534, 1977.

NOTE DE RECHERCHES SUR LE MAIS EN HAITI

L. AGENOR(°)

La Délégation d'Haïti remercie les Organisateurs du Congrès pour l'invitation qui lui a été faite. Cette rencontre internationale revêt une signification importante. C'est une contribution au Développement, nouveau nom de la Paix.

En attendant la mise au point d'une Technologie des Cultures associées qui correspond à une pratique d'expériences acquises par les agriculteurs au cours des générations - pratique qui présente des avantages agronomiques certains :

- associations favorables entre les différentes composantes,
- utilisation judicieuse du climat et du terrain,

Le Service d'Expérimentation et de Recherches Agronomiques Aronomiques (SERA) a porté l'accent, au point de vue Recherches, sur différentes plantes alimentaires : Légumes - Haricots - Millet et Maïs etc...

MAIS

Avec le Pois (Haricots), le Millet, le Riz, le Maïs a une situation importante dans l'alimentation nationale. La production nationale est de l'ordre de 232 000 tonnes métriques. Les rendements traditionnels varient entre 800 et 1 000 kg de maïs grains/ha, ce qui correspond à une superficie de 258 000 ha. Le Maïs est cultivé en plaine et en montagne. En plaines, le cycle végétatif est de 110 - 115 jours tandis qu'en montagene il atteint jusqu'à 180 jours.

PROBLEMES POSES A LA RECHERCHE

Plusieurs variétés sont cultivées. De ce fait plusieurs problèmes et contraintes se posent pour l'Agriculteur. Par souci de s'assurer des prochaines semailles, il conserve des variétés génétiquement appauvries d'où la faiblesse des Rendements en culture traditionnelle. Les types hybrides importés donnent de bons résultats, mais leur conservation pose des problèmes (difficultés de Stokage) parce que trop farineux. De plus, le consommateur Haïtien préfère le maïs à coloration jaunâtre. De nombreux hybrides : CORNALI 54 ; POEY - T66 ont été introduits. Le dernier en date est le Pionner donnant d'excellents résultats dans de bonnes conditions de culture (irrigation - fertilisation - contrôle du parasitisme). Les rendements en culture améliorée peuvent atteindre jusqu'à 4 000 - 5 000 kg de Maïs grains. Ceci montre la possibilité d'une libération de surface de l'ordre de 211 600 hectares pouvant être affectés à d'autres spéculations.

Pour pallier ces difficults, il a été créé au Ministère de l'Agriculture un Service National de Semences Améliorées (SENASA) dont les objectifs sont les suivants :

- Etablir et contrôler la politique semencière du Pays en ce qui concerne la production locale, l'importation, l'exportation et la commercialisation de semences améliorées.

- Etablir les normes de certification de semences améliorées en accord avec les normes régionales et internationales régissant la matière.

(°) Professeur de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire Damien HAITI

RESULTATS DE 2 ANNEES D'EXPERIMENTATION MAIS A LA STATION EXPERIMENTALE DE DAMIEN
(Condition irriguée)

- sol : alluvions limono sableux
- pH : 8.5

- Bilan de fertilité (kg/ha) N : P_2O_5 : K_2O
6,7 : 16,0 : 100,0

- Température (degrés centigrades) : Max : 30 - Min 24 - Moy : 27
- Pluviométrie : 900 - 1 000 mm/an

I - EXPERIMENTATION / MAIS (1971-1972)

a) Essai fumure NPK 3^3/ Maïs P - 306 - Confusion avec 2 Répétitions

Traitements : N : 0 - 60 - 120 UF/ha apportés sous forme d'Urée 46 %
P : 0 - 40 - 80 " " " triple super 45%
K : 0 - 80 - 160 " " " de sulfate de potasse 50 %

L'analyse de variance a mis en évidence des différences entre les traitements :

Elle a montré : 1°/ Un effet manifeste de l'Azote hautement significatif,
2°/ Un effet significatif de P,
3°/ Un effet significatif de l'interaction N x P.

- Fumures Azotées (Rdts moyens en livres/ha)		- Fumures Phosphatées (Rdts moyens en livres/ha)	
N_o	3.840	P_o	7.400
N_1	10.010	P_1	8.130
N_2	10.610	P_2	8.930
$d_{0,05}$	940	$d_{0,05}$	940
$d_{0,01}$	1.280	$d_{0,01}$	1.280

b) Essai fumure NPK 2 x 2 x 2 / Maïs P 306, Blocs 8 x 4

Traitements : N : 0 - 60 UF/ha apportés sous forme d'Urée 46 %
P : 0 - 40 " " de Triple super 45 %
K : 0 - 80 " "de sulfate de Potasse 50%

L'analyse de variance a montré des différences hautement significatives entre les traitements et surtout un effet marqué de N et de l'association binaire N X P Cv = 16,50 %.

- Rendements moyens exprimés en livres de maïs grains/ha :

N	P	K	NP	NK	PK	NPK	Témoins
7.100 ± 166	5.400 ± 166	5.500 ± 166	8.200 ± 166	7.066 ± 166	5.933 ± 166	7.366 ± 166	4.933 ± 166

$d_{0,05} = 1.380$
$d_{0,01} = 1.846$

c) Essai fumures x densités / Maïs (P - 306)

Essai comparatif de 4 doses de

$$\frac{N\ (0 - 40 - 80 - 120)\ UF/ha \times 4\ Densités}{50\ P + 50\ K}$$

D_1	= 40000 plts/ha
D_2	= 33000 plts/ha
D_3	= 28500 plts/ha
D_4	= 25000 plts/ha

en parcelles subdivisées. Split Plot 4x4x4 Méthode des Blocs
N est apporté sous forme d'Urée et fractionné en 2 temps.
P et U sont apportés avant semis.

L'analyse de variance a montré :

1) Un effet hautement significatif pour les fumures (facteur 4),
2) Un effet non significatif pour les Densités (facteur B),
3) Un effet non significatif pour l'interaction A x B

Cv_a = 13,64 % Cv_b = 13,3 %

- Rendements moyens fumures/ha (exprimés en livres de maïs grains secs)

0	:	3.990	210
40	:	6.285	210
80	:	6.700	210
120	:	7.780	210

$d_{0,05}$: 165
$d_{0,01}$: 240

d) Essai de fractionnement de doses d'engrais N x Epoques d'application / Maïs P - 306.

Essai comparatif de 4 doses d'engrais N (40 - 80 - 120 - 160) UF/HA x 3 Epoques d'application. SplitPlot 4 x 3 x 4, Blocs.

Facteur A : 4 doses d'engrais : 40 - 80 - 120 - 160 UF apportés sous formes d'urée 46 %.

Facteurs B : 3 époques d'application savoir, pour chaque dose :

100 % au semis
50 % au semis 50 % avant floraison (35 jours)
25 % au semis 50 % floraison (35 jours) - 25 % post floraison

L'analyse de variance a montré :

1°/ des différences hautement significatives entre les doses de N
2°/ des différences non significatives pour les Epoques d'application.

Cv_a : 14,36 % Cv_b : 10,9 %

e) Essai fumures x variétés
Essai comparatif de 4 doses de

$$\frac{N\ (0 - 40 - 80 - 120)\ UF\ /\ ha \times 4\ variétés}{50\ P + 50\ K}$$

V_1	: P - 306
V_2	: Eto
V_3	: Jérémie 3 mois
V_4	: Hinche 3 mois

Split Plot 4 x 4 x 4, Blocs
L'Azote est apporté sous forme d'Urée et est fractionné
50 % au semis, 50 % avant la floraison, à 35 jours après semis
P et K sont apportés sous forme de triple super 45 % et SO_4K_2
50 % avant semis comme fumure de fond.

L'analyse de variance a montré :

1°/ des différences hautement significatives entre les fumures (facteur A).

2°/ des différences hautement significatives pour les variétés (facteur B)

3°/ des différences non significatives pour interaction F x D

Cv_a = 18,72 % Cv_b = 12,37 %

- Rdts moyens fumures/ha en livres de Maïs grains		- Rdts moyens variétés/ha en livres de maïs grains secs	
0	3 980 ± 280	V_1	7 995 190
40	6 045 ± 280	V_2	5 425 190
80	6 975 ± 280	V_3	5 405 190
120	7 250 ± 280	V_4	5 625 190
$d_{0,05}$	900	$d_{0,05}$	535
$d_{0,01}$	1 300	$d_{0,01}$	720

f) Essais courbes de réponses $\frac{N}{P+K}$ / maïs P - 306

1) Essais comparatif de 5 doses de :

$$\frac{N\ (0 - 40 - 80 - 120 - 160)\ UF\ /\ ha}{200\ P + 240\ K}$$ en carré latin 5 x 5

P et K sont apportés sous forme de triple super 45 % et SO_4K_2 50 % avant plantation. N est apporté sous forme de $SO_4(NH_4)_2$ à 21 %. Les doses de N sont fractionnées : 50 % au semis, 50 % 30 jours après semis.

Résultats :

l'analyse de variance a montré :

1°/ Les différences sont significatives pour les Rangs et colonnes.

2°/ Les différences sont hautement significatives pour les traitements (doses de N). C_V = 7,58 %

Rdts moyens exprimés en livres de maïs grains secs

0	4.375	$d_{0.05}$	705
40	6.400	$d_{0.01}$	990
80	7.925		
120	9.100		
160	7.775		

2) Essai courbe de réponse $\frac{K}{N + P}$ /Maïs P - 306

Essai comparatif de 5 doses de $\frac{P\ (0 - 60 - 120 - 180 - 240)\ UF}{160\ N + 200\ P}$
carré latin 5 x 5

K est apporté sous forme de SO_4K_2 50 %, 15 jours après levée.
N $(SO_4 + NH_4)_2$ à 21 % et P (triple super à 45 %) sont mélangés et apportés avant semis.

Résultats :

L'analyse de variance a montré des différences non significatives entre les traitements, C_V = 43,96 %.

Rdts moyens exprimés en livres de maïs grains secs.

0	: 7.950
60	: 8.600
120	: 7.500
180	: 8.325
240	: 8.000

$d_{0,05}$ = 1.415
$d_{0,01}$ = 1.985

3) Essai Courbe de réponse $\frac{P}{N + K}$ / Maïs P - 306

Essai comparatif de 5 doses de $\frac{P\ (0 - 50 - 150 - 200)\ UF/ha}{160\ N + 240\ K}$

carré latin 5 x 5 après levée, P est apporté sous forme de triple super 45 % - N et K sont mélangés et apportés avant semis.

Résultats :

L'analyse de variance a montré qu'il n'y a pas de réponse aux doses de P. C_V = 43,65 %

Rdts moyens/ha, exprimés en livres de maïs grains secs.

0	: 8.150
50	: 8.100
100	: 8.700
150	: 9.600
200	: 8.400

II - EXPERIMENTATION / MAIS (1972 - 1973)

1) Essai fumures x Densités/Maïs P-306
Essai comparatif de 5 doses de N (0 - 40 - 80 - 120 - 160)UF/ha (facteur A)

par 3 densités (facteur B	D_1 - 50.000 plants/ha	Méthode de Blocs sans subdivision de parcelles
	D_2 - 33.000 plants/ha D_3 = 25.000 plants/ha	

L'N est apporté sous forme d'Urée et est fractionné (50 % au semis 50 % jours après semis) Avant semis, tout l'essai reçoit comme fumure de fond 50 UF/ha de P_2O_5 (triple super 45 %) et 50 UF/ha (SO_4K_2 50 %)

Résultats :

1°/ Différences hautement significatives entre les Blocs
2°/ " " " " traitements
3°/ " " " " fumures
4°/ " " " " densités
5°/ Différences non significatives Fumures x Densités

Densités :

Rdts moyens exprimés en livres de maïs grains secs/ha

D_1 10.048 ± 240
D_2 8.199 ± 240 $d_{0.05} = 675$
D_3 6.248 ± 240

- Fumures : Rdts moyens exprimés en livres de maïs grains secs / ha

160 : 8.998 ± 315
120 : 8.456 ± 315
40 : 8.165 ± 315 $d_{0,05} = 885$
80 : 8.165 ± 315
0 : 7.061 ± 315

Pour chaque densité, la meilleure formule consiste à apporter 40 UF/ha de N.

2) Essai comparatif avec parcelles subdivisées de 4 doses de

$\frac{N\ (0 - 40 - 80 + 120)}{50\ P + 50\ K}$ UF / ha (PI) par 4 densités (parc élémentaire)

D_1 : 40.000 plts/ha
D_2 : 33.000 "
D_3 : 28.500 "
D_4 : 25.000 "

Méthodes des Blocs 4 x 4 x 4

N est apporté sous forme d'Urée à 46 %. Il est fractionné en 2 temps
P et K sont apportés comme fumure de fond sous forme de triple super 45 % et SO_4K_2 à 50 %

Résultats :

1°/ Différence entre les Blocs
2°/ Différences Hautement significatives entre les fumures (doses de N
3°/ Différences non significatives entre les Densités
4°/ Différences significatives pour l'interaction F x D

$C_{V_a} = 11\ \%$ $C_{V_b} = 11{,}30\ \%$

- Fumures (Rdts moyens en livres - Densités - (Rdts/moyens/ha en livres

maïs grains secs/ha			de grains		
0	: 4.540	180	D	: 6.933	186
40	: 6.666	180	D	: 6.686	186
80	: 7.520	180	D	: 6.473	186
120	: 7.953	180	D	: 6.580	186
$d_{0.05}$: 566			$d_{0.05}$: 540		
$d_{0.01}$: 820			$d_{0.01}$: 713		

- Interaction F x D

Densités \ Fumures	0	40	80	120	Moy/Densité
D_1	4.000	6.333	8.413	9.000	
D_2	4.500	6.500	7.833	7.913	
D_3	4.913	6.833	6.833	7.333	
D_4	4.746	7.000	7.000	7.580	
Moy/fumure					

$d_{0.05} = 1\ 080$

$d_{0.05} = 1\ 426$

Conclusions :

1°/ La dose 40 présente des différences Hautement significatives pour les 4 Densités.

2°/ Pour D_1 et D_2 , la dose 80 par rapport à la dose 40 montre également des différences hautement significatives.

3°/ Pour les 4 densités, la dose 120 par rapport à 80 a... indiqué qu'il n'y a pas de différences significatives.

4°/ Sous le rapport des Densités, la meilleure formule de fumure consiste à apporter 40 kg de N.

Conclusions à confirmer au niveau Expérimentation (Temps-Espace)

3) Essai fumures X Variétés

Essai comparatif de 4 doses de $\frac{N\ (0 - 40 - 80 - 120)\ UF\ /\ ha}{50\ P + 50\ K}$

(Parcelles Initiales A) X 4 variétés (facteur B) L'Azote est apporté sous forme d'Urée. Il est fractionné 50 % semis, 30 jours après

V_1 - P - 306 A

V_2 - P - 306 B

V_3 - Eto (Témoin)

V_4 - Pionner 304 B

Méthodes des Blocs 4x4x4

P et K sont apportés en fumure de fond et appliqués avant plantation

Résultats : 1) Différences Hautement significatives entre les fumures
2) Différences Hautement significatives entre les variétés
3) Différences non significatives pour interaction F x V

C_{V_a} : 19,73 %

C_{V_a} = 17,13 %

- Fumures (Rdts moyens / ha en livres de grains	Variétés (Rdts moyens / ha en livres de grains secs
0 : 5.360 ± 360	V_1 : 6.520 ± 273
40 : 6.453 ± 360	V_2 : 6.946 ± 273
80 : 6.986 ± 360	V_3 : 5.060 ± 273
120 : 6.873 ± 360	V_4 : 7.153 ± 273
$d_{0.05}$ = 1.006 $d_{0.01}$ = 1.446	$d_{0.05}$: 780 $d_{0.01}$: 1.033

NB : La P - 306 B semble bien se comporter en altitude et présente l'intérêt d'avoir un cycle moins long que les variétés cultivées en montagne.

4) essai à somme constante ou en variante systématique 10.000 Eq/ha/ maïs P306.

Recherche de l'équilibre optimum à respecter en vue de l'obtention du Rendement maximum - Blocs 10 x 6.

Traitements : N - P - K - NP - PN - NK - KN - PK - KP - Témoins

Résultats : Différences Hautement significatives entre les traitements

D_v : 12,80 %

- Rdts moyens/ha (exprimés en livres de grains secs)

N - P - K - NP - PN - NK - KN p PK - KP - Témoins

7910 6700 6500 9120 8000 8160 7700 6870 6620 7000

$d_{0,05}$: 1 100

$d_{0,05}$: 1 470

Etude des Equilibres :

1) Equilibre NP (relation $NO_3 + 3PO_4H_2 = 10\ 000$ Eq)

$$\hat{Y} = 8.027 + 452.2X_1 - 59.5X_2$$

avec : - N = 53 kg/ha
- P_2O_5 = 49 kg/ha

2) Equilibre NK (relation NO + ZK = 10 000 Eq)

$$\hat{Y} = 7.899 + 209\ X_1 - 34.7\ X_2$$

avec : - N = 98 kg/ha
- K_2O = 20 kg/ha

3) Equilibre NK (relation 3 PO H + 2K = 10000 Eq/ha)

$$\hat{Y} = 6.737 + 42.9\ X_1 - 6.9\ X_2$$

avec : - P O = 24 kg/ha

- K O = 163 kg/ha

4) Relation NO + 3 PO H + 2K = 10000 Eq/ha
On a :

- N = 46 kg/ha
- P_2O_5 = 42 kg/ha
- K_2O = 33 kg/ha

Formule de fumure pour l'obtention des Rdts maximum/maïs P 306 A

5) Essai de fumure Organique / maïs P - 306 A
Essai de doses croissantes de fumier de poulailler (0 - 5 - 10 - 15 - 20 - 25 tonnes/ha) Blocs 5 x 6

Résultats : Différences hautement significatives entre les traitements,

C_V = 11,82 %

- Rdts moyens/ha (exprimés en livres de grains secs)

0 : 4.955 ± 20
5 : 7.080 ± 20
10 : 6.915 ± 20
15 : 6.955 ± 20
20 : 7.500 ± 20
25 : 7.415 ± 20

$d_{0,05}$ = 945
$d_{0,01}$ = 1280

Le meilleur traitement consiste à apporter 5 tonnes/ha de fumier de poulailler qui traduit un coefficient d'efficacité = 425 H de maïs grains / tonnes.

6) Essai de fumure NPK 3 x 3 x 3, Confusion avec 2 répétitions/maïs P - 306 A.

Traitements : N : 0 - 60 - 120 UF/ha apportés sous forme d'Urée
P : 0 - 40 - 80 UF/ha " " " de triple super 45 %
K : 0 - 80 - 160 " " " " SO_4K_2 50%

Résultats : L'analyse de variance a mis en évidence :

1°/ Un effet hautement significatif de N
2°/ Un effet significatif de P
3°/ Que les autres traitements ont sans effet.

- Fumures Azotées (Rdts moyens en livres de grains / ha)	- Fumures Phosphatées (Rdts moyens / ha en livres)
N : 5.840	P : 7.270
N : 7.940	P : 7.450
N : 9.300	P : 8.360
$d_{0,05}$ = 880	$d_{0,05}$ = 880
$d_{0,01}$ = 1430	$d_{0,01}$ 1430

7) Essai de fumure NPK 2 x 2 x 2 / Maïs P - 306, Blocs 8 x 6
Traitements : N : 0 - 60 UF/ha apportés sous forme d'Urée 46 %
P : 0 - 40 " " " de triple super 45 %
K : 0 - 80 " " " de SO_4K_2 50 %

Résultats : L'analyse a montré qu'il y a des différences hautement significatives entre les traiments - C_V : 17,48 %

-Rdts moyens (exprimés en livres de maïs grains/ha)

N	P	K	NP	NK	PK	NPK	Témoins
8250 ± 150	4750 ± 150	5160 ± 150	7410 ± 150	7160 ± 150	4960 ± 150	7660 ± 150	5000 ± 150

$d_{0.05}$ = 1.290
$d_{0.01}$ = 1.740

Conclusion : Effet manifeste de N

8) Essai de fumure Azotée / maïs P - 306

Essai comparatif de doses croissantes d'engrais Azoté (0 - 40 - 80 - 160) UF/ha apportées sous forme de $SO_4(NH_4)_2$ à 21 % - Blocs 5 x 4

Résultats : L'analyse de variance montre des différences hautement significatives entre les traitements. C_V = 7,70 %

Rdts moyens / ha (exprimés en livres de maïs grains secs	Coefficient d'efficacité
0 : 4511 ± 100	---
40 : 6177 ± 100	41.6

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 535-544, 1977.

LE PROBLEME DE L'ORGANISATION DU MARCHE DES FRUITS ET LEGUMES A LA MARTINIQUE

A. AUDINAY(°)

INTRODUCTION

Il existe une certaine organisation du marché des fruits et légumes à la Martinique, mais elle est loin de satisfaire les exigences du Consommateur (au niveau de la régularité, des prix, et dans une certaine mesure de la quantité). Bien que ce marché soit très vraisemblablement organisé en pénurie y compris par les producteurs eux-mêmes (par limitation de l'offre pour se garantir des prix élevés), on ne peut dire qu'en réalité, ces derniers y trouvent leur compte.

L'analyse réaliste de la situation amène à constater un risque de surproduction à moyen terme, par rapport au potentiel de consommation (causes : plafonnement des cultures traditonnelles d'exportation, reconversion lentes à d'autres spéculations, nécessité d'intensification pour un nombre important de petits et moyens producteurs, diffusion du progrès technique dans ce domaine... etc...), et à souhaiter une organisation rapide qui puisse contrôler le marché de ces productions à tous les niveaux.

SITUATION ACTUELLE

1 - La production - l'utilisation :

1.1. - Facteurs de production

Les facteurs qui déterminent la productivité dans le domaine des cultures maraichères et vivrières sont :

a) Facteurs physiques :

Plutôt que d'étudier séparément les facteurs climat, sol, relief et structures d'exploitation, il convient de les considérer au niveau des combinaisons, des écologies qu'ils déterminent. On aboutit à un "zonage" qui est à peu près celui-ci (voir tableau 1) :

- c'est surtout la combinaison pluviométrie-sol qui intervient pour déterminer les systèmes de production.

- il apparait également, à travers ce tableau, une certaine complémentarité, dans la nature des spéculations entre les différentes zones.

b) Facteurs humains :

L'homme :

- Le tableau précédent donne déjà une idée du profil des maraîchers : ce sont autour de petits maraîchers, travaillant sur des exploitations de 0 ha 25 à 2 ha.

.../...

(°) SUAD - Chambre d'Agriculture - Boulevard Général de Gaulle 97200 FORT DE FRANCE

Tableau 1 - Zones écologiques - Cultures maraîchères et vivrières.

Zones écologiques	Relief	Pluviométrie	Sol	Structures d'exploitation			Types de production
				Nombre	Surface	Moy.	
NORD CARAIBE	Frange littorale + abrupte	Zone sub humide 1800 - 2000m	Fortement sableux à sable argileux	1 585	2 653	1.67	Exploitations moyennes Maraîchage de saison humide (carotte - tomate).
NORD	Zone montagneuse de plus de 600 m	humide à très humide > 3 500 m	sols ponceux peu évolués	1 402	721	0.51	petites exploitations maraîchage continu (toutes cultures (dont chou pommé)
NORD ATL... ET CENTRE NORD	Hautes collines et bordure littorale Atlantique	Zone humide entre 2000 et 3000 m	sols argile sableux à argileux	7 996	3 232	0.40	micro exploitations, mis à part 2 communes. cultures vivrières dominantes (igname-dachine-chou).
CENTRE ET CENTRE SUD	Plaine du Lamentin et hautes collines du Centre Sud	Zone sub humide de 1800 - 2000 mm Zones à microclimat	Sols argileux alluvions lourdes plaine : ferralitique : collines	3 635	1 193	0.32	Petites parcelles en microcultures vivrières dominantes
SUD	Collines basses du Sud	Zone sèche < 1 500 mm	Sols fortement argileux (vertisols et assimilés)	2 142	558	0.26	Petites parcelles en microcultures vivrières dominantes.

NOTA : mis à part la zone nord (dont la commune de SAINTE MARIE) avec un nombre important de microparcelles, la diminution des surfaces totales et moyennes cultivées observée en allant vers le sud s'explique par l'insuffisance d'eau, et l'existance de microclimats.

- Ce sont souvent des exploitants agés : moyenne 58 ans pratiquement sans formation (90 % sans formation agricole).

- En réalité, il n'y a pas de tradition maraîchère : la présence d'un nombre élevé de petites propriétés (voire de jardins familiaux qui sont en nombre très élevé) s'adonnant plus ou moins à cette activité, est le résultat du morcellement d'un certain nombre des grandes propriétés, à la suite de l'abandon de la culture de la canne à sucre et des héritages.

Cependant la situation est susceptible d'évoluer favorablement dans la mesure où :

1°/ Les cultures traditionnelles ont de moins en moins d'intérêt pour les petits agriculteurs - d'où reconversion.

2°/ Un certain nombre de jeunes agriculteurs sont amenés à s'installer (avec l'organisation de la formation et la diffusion du progrès technique).

3°/ Une politique d'aménagement (hydraulique) est en train de se mettre en place.

Structures professionnelles :

La SICAMA est une organisation qui a été créé en 1966. C'est le seul organisme représentant la profession maraîchère à la Martinique au regard des instances officielles. Elle s'est orientée au départ, principalement vers la production maraîchère et fruitière d'exportation : son action était de fournir le marché métropolitain en fruits et légumes de contre saison : avocat, haricot vert, mais pour des raisons techniques (production, transport) l'essentiel de son action a porté sur l'aubergine (70 %) du total, l'avocat et la lime antillaise.

- Sous la pression de l'Administration, la SICAMA à depuis 1974 une section marché locale qui semble, malgré des fortunes diverses, s'acheminer lentement vers un fonctionnement normal. Cenpendant, la fragilité de SICAMA liée en particulier à la poursuite d'objectifs trop ambitieux pour ses moyens réels peut créer des difficultés graves à toute organisation du marché.

- Plus récemment, dans le cadre de la commercialisation des produits locaux, et compte tenu des difficultés d'organisation du marché, s'est créé à l'initiative de l'Administration en Novembre 1974, un Comité Interprofessiondes fruits et légumes regroupant, producteurs importateurs et détaillants.

- Cependant ce Comité connut certaines difficultés, la production pouvant difficilement assurer l'approvisionnement régulier dont ont besoin les commerçants.

- En 1975, s'est créé une Association de petits maraîchers, qui se propose de travailler surtout au niveau du marché local. Son potentiel de production est estimé à 600 tonnes.

2.1. Importance et destination :

a) Production d'exportation :

C'est surtout l'apanage de la SICAMA. Des considérations diverses notamment techniques (transport, production) l'ont conduite à se limiter à trois produits : l'Aubergine, la lime antillaise et l'avocat. Il est possible que très rapidement l'éventail des exportations ira en s'élargissant.

PRODUITS	TONNAGES EXPORTES					
	1971	1972	1973	1974	1975	1976
AUBERGINES	1 236	2 840	1 719	1 537	3 408	1 800
AVOCATS	660	530	570	947	1 099	1 200
LIMES	15	48	38	16	10	10

NOTA : Chute de la production 1976 d'aubergine à cause de difficultés conjoncturelles (chute des cours ?)

Il est à signaler qu'il existe une exportation non organisée de produits autres (source = contrôle du conditionnement 1975).

. légumes et épices : banane, dachine, fruit à pain, patate douce, piment ..... 334 tonnes

. Divers fruits : ..... 72 tonnes

b) Le marché local

1) Généralités :

Le marché local présente les principales caractéristiques suivantes :

- fragilité
- situation de pénurie
- complexité des circuits de commercialisation

1°/ La fragilité :

Il existe un certain équilibre entre l'offre et la demande, et comme cette dernière ne varie jamais de façon très significative, il suffit d'une faible augmentation de l'offre pour passer d'une situation de pénurie à une situation de surapprovisionnement.

2°/ Situation de pénurie :

Cette situation qui a pour conséquence la maintien des prix à un taux élevé est dûe à l'action conjuguée des producteurs et des intermédiaires qui restreignent volontairement les ventes. Aussi préfèrent-ils l'entente qui constitue une garantie d'écoulement à la libre concurrence.

3°/ Complexité des circuits de commercialisation (voir schéma) :

Les sources de produits sont de 2 sortes : production, importation.

Production :

Elle approvisionne :

. directement les collectivités et le consommateur individuel. C'est la vente directe producteur-consommateur sans intermédiaire, faite par l'agriculteur lui-même une ou 2 fois par semaine.

. indirectement les collectivités et le consommateur individuel par les intermédiaires suivants :

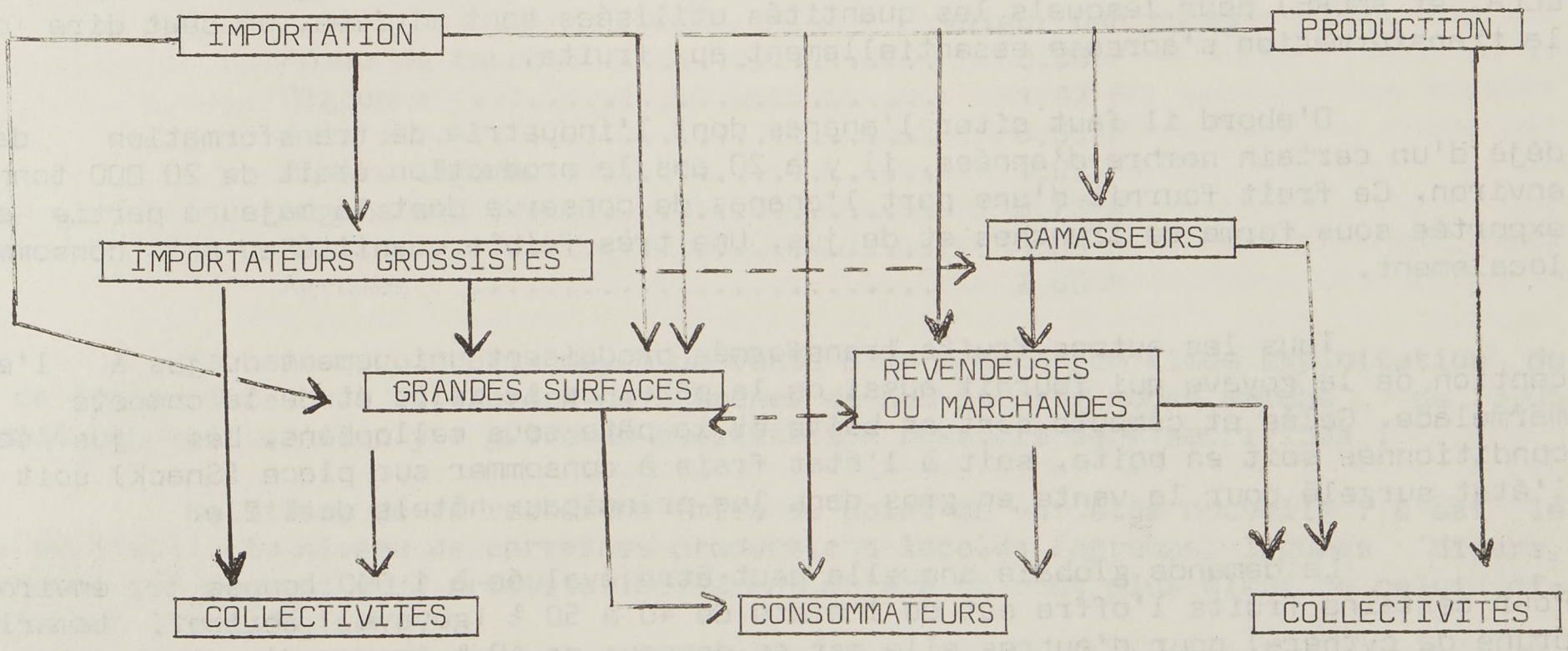
- ramasseur,
- revendeuse ou marchande,
- grandes surfaces.

Signalons que le ramasseur est souvent fournisseur des collectivités, des grandes surfaces et des marchandes.

La marchande approvisionne dans certains cas les collectivités et les grandes surfaces, en plus du consommateur individuel, mais elle s'approvisionne quelquefois à partir des grandes surfaces, et des importateurs grossistes.

Importation :

Elles sont faites par les grandes surfaces et les importateurs grossistes. Ces derniers approvisionnent peu les grandes surfaces principalement les collectivités et détaillants mais dans certains cas les ramasseurs et les marchandes.



2.2. Importance du Marché :

La connaissance exacte du marché local est presque impossible en égard aux difficultés de recueil d'information. On ne peut parler que d'estimation quant à son importance, Ces difficultés sont sous la dépendance étroite de la complexité des circuits de commercialisation.

Les hypothèses d'évaluation sont nombreuses et remontent à 1966 où la production commercialisée de fruits et légumes était évaluée à 8 000 à 10 000 tonnes (SATEC).

En 1969 une autre étude (INSEE) à partir du niveau de consommation en zone urbaine conduit à un tonnage de 31 000 T environ (dont 8 700 tonnes de non féculents, 14 900 tonnes de féculents et de 7 400 tonnes de fruits).

En 1970 une autre étude pour la préparation du 6ème plan estime à 38 400 tonnes la production commercialisée dont 30 000 tonnes de vivrière et 8 400 tonnes de maraîchers.

Les estimations les plus récentes sont de fin 1975 et proviennent de la D.D.A. Elles sont de 23 000 tonnes dont 5 000 tonnes de maraîchers, 15 000 tonnes de vivrières et 3 000 T de fruits.

On peut en tous cas constater l'étroitesse du marché en question qui, avec des rendements normaux pourrait être approvisionné par un millier d'hectares effectivement en culture.

2.3. Transformation :

En dehors de deux ateliers utilisant certains légumes (produits ELLA, et AMORE) pour lesquels les quantités utilisées sont minimes, on peut dire que la transformation s'adresse essentiellement aux fruits.

D'abord il faut citer l'ananas dont l'industrie de transformation date déjà d'un certain nombre d'années, il y a 20 ans la production était de 20 000 tonnes environ. Ce fruit fournit d'une part l'ananas de conserve dont la majeure partie est exportée sous forme de tranches et de jus. Une très faible quantité en est consommée localement.

Tous les autres fruits transformés produisent uniquement du jus à l'exception de la goyave qui fournit aussi de la pâte, de la gelée et de la compote ou marmelade. Gelée et compote sont en boite et la pâte sous cellophane. Les jus sont conditionnés soit en boite, soit à l'état frais à consommer sur place (Snack) soit à l'état surgelé pour la vente en gros dans les principaux hôtels de l'île.

La demande globale annuelle peut-être évaluée à 1 000 tonnes environ. Pour certains fruits l'offre est de l'ordre de 40 à 50 % (goyave, abricot, tamarin, prune de cythère) pour d'autres elle est en dessous de 10 % (maracudja, corossol, cerise). Les fruits suivants sont actuellement demandés : goyave, maracudja, corossol, abricot, tamarin, orange, prune, cerise, mandarine, pamplemousse.

2 - Les Importations

2.2. - Importance et nature :

L'analyse des importations par produit montre que les tonnages les plus importants représentent les denrées qui ne peuvent être cultivées localement (pomme de terre, oignons, légumes secs, aulx).

En 1975 ces denrées représentent plus de 80 % des importations de légumes.

D'une manière générale on peut dire que les quantités de légumes importées restent assez stables. Les augmentations portent surtout sur les produits non cultivés localement.

Le tonnage des légumes oscille entre 9 000 et 10 000 T et celui des fruits entre 1 000 et 1 500 tonnes.

En 1975 on enregistre :

Fruits : 1 357 tonnes pour une valeur en milliers de francs de 5 499
Légumes : 11 008 tonnes pour une valeur de 15 072
total : 20 571

L'accroissement en valeur par contre est sensible par suite de la hausse des prix de produits importés. En 1972 pour des tonnages à peu près équivalents à 1975 la valeur en milliers de francs fruits et légumes était de 11 200 et en 1973 de 16 900 environ (tonnage : - 1972 : 10 000 environ)
(" : - 1973 : 10 500 environ)

2.2. Possibilité de substitution :

Si l'on calcule la valeur CAF au kg de différents légumes par rapport à la valeur moyenne du kg de légume produit localement et prêt à être commercialisé, on peut se faire une idée des substitutions possibles.

Ainsi en 1975 on a les valeurs suivantes :

	Valeur CAF du kg
Pomme de terre :	0,86 F
Oignon :	1,47 F
Aulx :	6,55 F
Divers légumes :	1,63 F
Légume sec :	3,23 F
Fruits :	4,05 F
Agrumes :	2,60 F

Sachant que le prix moyen de vente à la production stade exploitation du kg de légume local est de l'ordre de 2 francs et que le prix moyen marché de 3,05 francs, on voit qu'il n'y a guère de substitution possible sans sacrifices :

Au niveau de la recherche (mise au point de variétés nouvelle : c'est le cas de l'ail). Au niveau de certaines productions locales (agrumes, légumes divers, oignons) qui peuvent être produits localement mais à un coût plus élevé de celui offert pour l'importation.

Aussi sans chercher à tout prix un auto-approvisionnement total du département, il semble évident que certaines importations pourraient être relayées par la production locale lorsqu'elle est techniquement possible, même si le coût de production est un peu plus élevé (agrumes, oignons, ignames).

C'est pourquoi un certain nombre de propositions sont faites dans le but d'essayer de mieux cerner le marché et par là mène mieux organiser la production.

ESSAI DE PREVISION DE L'EVOLUTION A MOYEN TERME (5 ans)

L'évolution du marché des fruits et légumes est conditionnée par :

- celle de la production
- celle du marché
- celle des structures, les structures devant à la fois s'adapter aux deux premières et les infléchir dans le sens voulu.

On peut affirmer qu'il y a une tendance asymptotique des quantités produites et consommées à se rapprocher des potentiels de production et de consommation que nous aborderons donc.

1 - Production potentielle

Les quantités produites dépendent des surfaces mises en culture et des rendements obtenus.

a) Surfaces et exploitations concernés :

Là aussi le manque d'informations fiables car suffisamment recoupées est flagrant. Le meilleur instrument disponible est le recensement général de l'agriculture de 1973. Il attribue aux cultures maraîchères, vivrières et fruitières une aire économique de 7 000 hectares dont 650 pour l'exportation. Le nombre d'exploitation concernées est de près de 18 000 dont plus de 14 000 ont moins de 3 ha de 3 ha de superficie. Encore sont vraisemblablement négligés, à cause de la définition retenue pour la RGA de "l'exploitation agricole", un nombre très important de jardins familiaux n'appartenant pas à des "agriculteurs".

Cependant, d'après certains recoupements, une faible superficie seulement du total est effectivement cultivée à un instant donné : ceci n'est pas dû a des habitudes d'assolement qu'il faudrait plutôt vulgariser mais à la volonté des agents de se prémunir contre une surproduction. La faiblesse des quantités commercialisées par rapport aux surfaces concernées est, certes, le signe de rendements faibles mais certainement aussi du phénomène précédent.

Au niveau des exploitations qui se consacrent actuellement aux cultures maraîchères et fruitières, il reste des surfaces non négligeables qui pourraient être mises effectivement en cultures.

b) Les facteurs conjonctuels :

C'est devenu un lieu commun de dire que les cultures traditionnelles traversent une crise (voir conférence de l'Agriculture Martiniquaise) :

Les suferficies plantées en cannes ont décliné de 13 500 ha en 1954 à 7 600 en 1974 ; l'ananas ne représente plus qu'un millier d'hectares environ.

Seule la banane échappe au sort commun : cependant, étant donné le plafonnement du marché métropolitain de ce fruit et les conditions écologiques strictes qu'il faut à sa culture, il est presqu'impossible de se lancer en masse vers sa production.

c) La diffusion du progrès technique :

Les efforts des organismes de recherches appliquées (INRA, IRAT, IRFA) soutenus depuis plus d'une décennie ont porté et continuent à porter des fruits leurs résultats dans le domaine tant du choix variétal que des méthodes culturales pourraient être déjà appliqués dans un grand nombre de cas.

L'appareil de vulgarisation, malgré les insuffisances qu'il se reconnait, oeuvre sur le terrain déjà depuis fort longtemps et là aussi les résultats commencent à apparaitre : on connait en effet un certain nombre d'agriculteurs dans chaque catégorie qui, appliquant les méthodes convenables (rotations, travail du sol, traitements...) obtiennent à des rendements tout à fait comparables à ceux de zones plus développés et des productions se situant entre 50 et 100 tonnes par hectare et par an.

D'autre part, quand on examine l'histoire récente on s'aperçoit que le progrès technique diffuse des grandes exploitations vers les petites, voir la banane, voir en contre exemple, le tabac ; il y a des raisons sociologiques à cela ; mais aussi il n'est nullement étonnant qu'un petit agriculteur souvent employé agricole sur une grande propriété donc pratiquant certaines méthodes ne les transfère pas sur son exploitation. Autrement dit, nous nous attendons à ce que le groupe du Vauclin déjà cité, fasse "tâche d'huile".

Il nous apparaît donc que les rendements auront tendance à s'élever de façon rapide et importante dans les prochaines années.

d) Conclusion :

Sans qu'une quantification précise puisse intervenir, ce qui est bien difficile dans ce domaine, il nous apparaît vraisemblable que le potentiel de production sous 5 ans se situe autour de 100 000 tonnes de produits maraîchers, vivriers et fruitiers. Il suffirait d'un minimum de confiance de la part des producteurs pour qu'il s'exprime. Encore avons nous tenu compte pour minorer l'estimation de facteurs comme une diffusion non parfaite des techniques, du règlement seulement partiel du problème de l'eau, etc...

2 - Le marché potentiel

Nous allons examiner successivement les possibilités que pourraient offrir le marché local et l'exportation.

a) Evolution du marché local :

Les quantités commercialisées sur le marché local, quelles qu'en soient la provenance sont finalement très stables. Cela s'explique par le fait que les structures de production et de commercialisation sont restées égales à elle-même pendant des années ; (seul fait marquant : la création du groupe liée à la SICAMA - marché local). Une autre explication est aussi qu'il a été constaté dans la plupart des pays, France en particulier, que l'augmentation des revenus n'entrainait qu'une très faible croissance de la demande en fruits et légumes non transformés ; au contraire celle des fruits et légumes transformés augmente alors de façon significative.

D'autre part, certains faits comme la sensibilité des prix à un très faible excédent d'offre, rend vraisemblable que, nous référant à King, le marché se situe très peu en dessous du "seuil d'abondance".

Par contre, à certain moment de faible production "naturelle" (pleine saison sèche ou pleine saison humide), il existe une pénurie aigue et non volontaire qui pourrait être compensée si des solutions étaient apportées en matière d'irrigation en particulier.

Rien ne permet donc de penser que le marché local pourrait absorber plus de 5 000 à 10 000 tonnes de plus de produits maraîchers et fruitiers, sauf si la transformation (conserve, conditionnements, spéciaux) était lancée à une certaine échelle ce qui implique une importance baisse des prix de revient.

b) L'Exportation :

Actuellement l'exportation véritablement organisée se restrient à très peu de produits et en gros à une seule destination, la France Métropolitaine. Il semble bien qu'il sera difficile de dépasser sensiblement les chiffres obtenus ces dernières années (effondrement du marché des aubergines en 1975).

Cependant, étant donné l'importance en Métropole des populations d'origine tropicale où ayant vécu sous ces climats des quantités importantes d'autres fruits et légumes tropicaux pourraient être vendues, d'autant plus que les frais de transports sont maintenant d'un coût beaucoup plus faible qu'antérieurement. Des professionnels comptent en apporter la preuve dès cette année avec l'aide des Pouvoirs Publics.

Les Etats Unis et le Canada également des possibilités certaines qui commencent tout juste à être explorées (voir travaux SATEC).

En égard aux importants effectifs de population à hauts revenus mis en cause, on peut donc espérer, au prix d'efforts de promotion, trouver pour nos produits une place sur les marchés des pays développés d'Europe et d'Amérique du Nord.

L'exportation sur les marchés de la Caraïbe est plus problématiques mais des expériences significatives ont déjà eu lien avec Sainte Lucie par exemple.

CONCLUSION

La rencontre sur le marché intérieur de la Martinique d'une offre incontrôlée et qui pourrait être rapidement explosive avec une demande limitée et déjà largement couverte actuellement offre un certain nombre de dangers d'ordre économique et social.

Il nous semble que seule la création d'une structure unique d'organisation contrôlant le marché local (production, importation), l'exportation et la transformation peut permettre de les écarter en procédant aux ajustements et péréquation nécessaires. Cette structure pourrait être soit une société d'intérêt collectif agricole à section comme dans certains autres DOM, soit un ensemble de SICA regroupées en Union, comme cela se fait ici pour la banane. Un tel organisme permet en effet de regrouper de façon relativement souple :

- des zones de productions complémentaires
- des types d'exploitants différents
- des agriculteurs et des commerçants.

Il peut servir en outre de support au Conseil technique et à la vulgarisation.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 545-548, 1977.

YAM PROCESSING TECHNOLOGY

R. H. WALTER(°)

INTRODUCTION

The yam *(Dioscorea spp.)* contains 25-33 % starch (Winton and Winton, 1935), the highest concentration of any constituent with the exception of water. Thus this tuber is described as a starchy food.

Rodriguez-Sosa and Gonzalez (1972) and Gooding (1973) have already outlined the technology of "instant yam" production in the Caribbean. They recognize "stickiness" to be a major textural problem with its origin in the starch fraction. Indeed, the nature and properties of all starch are variables that are influenced by factors which are inherent in the processes. Some of these factors are prior yam history, concentration, heating, cooling, amylose-amylopectin ratio, additives and a state of rest. In this presentation, the macro-molecular basis of starch dysfunctionality is reviewed.

PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF (YAM) STARCH

The starch molecule consists of hundreds of glucose units, linked together as branched (amylopectin), and straight (amylose) chains. These chains interact to form a network of partially crystalline structures that appear under the microscope as granules.

The length of the starch molecules endows starch with special properties that are unique for macromolecules, polymers and micelles with diameters in the 1 mμ - 500 mμ range. Of these properties, water-holding capacity, gelatinization, viscosity and retrogradation are most important in yam processing. The network structure conveys on starches an ability to absorb many times their weight in water.

Generally, yam-starch granules are uniformly fine-grained. Consequently, they tend to be susceptible to moist heat, and disintegrate upon prolonged cooking (Martin, 1974).

Some yams have a high (34 %) amylose content (Cruz-Cay and Gonzalez, 1974). These starches will be relatively more resistant to heat, because the internal bonding forces generated at the difficultly soluble crystalline sites, where the amylose chains orient almost unidirectionally, impart great stability to the granules.

When moist heat (cooking) is applied to yam starch, the individual polymers become energized, hydrated and swollen. This condition, termed gelatinization (Corn Industries Research Foundation, 1964), occurs over a short temperature range. At the upper limit, the highest degree of swelling is reached, and the granules exhibit the maximum viscosity. Thereafter, further energizing by heat or mechanical agitation disrupts the granule's architecture, releasing starch to the external medium, and, in effect, diluting the concentration. The viscosity decreases to a minimum value which is, itself, subject to internally and externally induced variation.

The same associative forces that impart stability to the unheated granules initiate in the de energized (by cooling, refrigeration or freezing) micelles a

.../...

(°) Cornell University Department of Food Science & Technology NYS Agricultural Experiment Station Geneva, NY 14456.

tendency to revert to the prior state of insolubility (retrogradation), whereby the dispersed polymers re-align themselves and lose water in the process (syneresis). Retrogradation is manifest by scab formation upon cooling, by precipitation in dilute concentration, and by gelation at high concentrations. The strength and rigidity of these gels (Osman, 1967) might permit high-amylose yam flour to be partially substituted for the more tenacioux wheat flour in conventional cooking (Martin, 1974). However, in those food items where the substitution is made, rapid textural changes can be expected (Brennan and Sodah-Ayernor, 1973).

Foods with an acid reaction will "thin out" by heating, as a result of starch hydrolysis (Glicksman, 1969). High concentrations of sugar will impede gelatinization, increase viscosity and decrease gel strength (Osman, 1967). Surfactants have a multiple effect (Osma, 1975), including a retarding influence on retrogradation (Zobel, 1973). Amylopectin exerts a similar retarding influence, due to its branched conformation which hinders the straight-chain realignment of amylose.

CRITICAL STEPS IN YAM PROCESSING

The post-harvest events that culminate in "instant yam" are, as follows :

- storage
- washing
- peeling
- slicing
- * sulfite addition
- * cooking
- * mashing
- * chemical additions
- dehydrating
- milling
- packaging
- * storage

The final flakes or powder should be free-flowing and of uniform texture. These quality criteria will be met, if all operations are designed to preserve the vegetable-cell structure and starch granulation. Otherwise, small particles and free soluble starch will result in undesirable stickiness and accelerated retrogradation (Rodriguez-Sosa and Gonzalez, 1974). In order to assure high product-quality, the processor should take adequate precaution at those critical points (identified by *) where uncontrolled dehydration, the accumulation of extra-cellular starch, a predisposition towards micelle formation, or mechanical action and heat are prone to disintegrate the particle structure. Conversely, rehydration during long storage after packaging will provide the necessary medium in which the starch micelles are able to re-orient themselves and retrograde.

REFERENCES

BRENNAN (J.G.) and SODAH-AYERNOR (G.). - A study of the kinetics of retrogradation in a starch-based dough made from dehydrated yam *(Dioscorea rotundata* L.). Die Stark. 25, 276-280, 1973.

Corn Industries Research Foundation.- Corn Starch. Washington, D.C., 1964.

CRUZ-CAY (J.R.) and GONZALEZ (M.A.). - Properties of starch from Florida yam *(Dioscorea alata* L.). J. Agric. Univ. Puerto Rico LVIII, no. 3, 312-315, 1974.

GLICKSMAN (M.). - "Gum Technology in the Food Industry". Academic Press, New York, page 297, 1969.

GOODING (E.G.B.). - Production of instant yam in Barbados. J. Agric. Soc. Trinidad and Tobago 73, 224-239, 1973.

MARTIN (F.W.). - Tropical yams and their potential I. *Dioscorea esculenta*. In "Handbook of Agriculture", n° 457, U.S.D.A., 18 pp., 1967.

OSMAN (E.M.). - Starch in the food industry. In "Starch Chemistry and Technology" vol. II, Ed., R.L. Whistler and E.F. Paschall, Academic Press, New York, 181-184, 1967.

OSMAN (E.M.). - Interaction of starch with other components of food systems. Food systems. Food Technol. April, 30-35, 1975.

RODRIQUEZ-SOSA (E.J.), GONZALEZ (M.A.). - Preparation of yam flakes *(Dioscorea alata* L.). J. Agric. Univ. Puerto Rico, LVI, n° 1, 39-45, 1972.

RODRIQUEZ-SOSA (E.J.), GONZALER (M.A.). - Effect of flake size on pasting characteristics of instant Florido yam *(Dioscorea alata)* flake slurries. J. Agric. Univ. Puerto Rico, LVIII, 219-224, 1974.

WINTON (A.L.), WINTON (K.B.). - "The Structure and Composition of Foods", vol. II. Vegetables, Legumes, Fruits. John Wiley & Sons, London, page 140, 1935.

ZOBEL (H.F.). - A review of bread staling. The Baker's Digest, October, 52-61, 1973.

SUMMARY

Inferior texture and functionality of yam-starch products have primarily a macro-molecular basis. The separation of water of syneresis on stored food suspensions is visually undesirable. Stickiness is attributable to a disrupted granular structure which results in accumulation of extra-cellular starch. The "thinning out" of cooked yam-starch has its origin also in loss of granulation, and in molecular disintegration at high levels of energy input. Jelly collapse, scab formation and syneresis are manifestations of the tendency of the carbohydrate polymers to reassociate into micelles.

Good processing technology should involve an awareness of the critical steps where the control of internal and external variants during manufacturing will affect the outcome.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 549-552, 1977.

COMPARATIVE STUDIES OF SWEET POTATO (*IPOMOEA BATATAS*, LAM.) CLONES FROM CUBA AND GUADELOUPE

A. RODRIGUEZ NODALS (°)

---

1 - *SOIL - COVERING BY THE FOLIAGE*

It could be observed that independently from the clones, the foliage of March and June plantations covered the soil about one week earlier than the September and December plantings. Generally, the fastest covering clone was "Jabrun IV" (within 6 weeks) and the latest one was "Baracutey" (6,7 weeks").

2 - *FLOWERING BEHAVIOR*

The flowering of the six clones coincided only in November and December. The Guadeloupe clones "Duclos XI" and "Malesco 2" had the same flowering period (from October until November) ; the cuban clones "Haïti" and "Cuba 1" flowered from October to February.

The Cuban clone "Baracutey" had the shortest flowering period : November and December. The Guadeloupe clone "Jabrun IV" flowered during the longest period from October to march.

3 - *DRY MATTER STORAGE IN STEMS, PETIOLS, LEAVES AND TUBERS*

1°/ June planting

Two types of reactions were observed :

a) The clones "Haïti", "Cuba 1", "Malesco 2" and "Jabrun IV" gave a decrease of dry matter in the tubers, stems, petiols and leaves beetween the fifth and sixth months.

b) The clones "Duclos XI" and "Baracutey" maintained a continuous dry matter increase in the tubers until the sixth month and a decrease in the stems and petiols.

2°/ September planting

All the clones presented a continuous dry matter increase in the tubers until the sixth month and a light dry matter decrease in the stems and petiols beetween the fifth and sixth months.

3°/ December planting

In the six clones dry matter content in the tubers increased until the sixth month and that of stems and petiols decreased beetween the fifth and sixth months except for the clone "Jabrun IV" which maintained the same dry matter content beetween the fifth and sixth months.

(°) C.E.M.S.A., Seed Enterprise, Ministry of Agriculture, CUBA.

4°/ March planting

The clones "Haïti", "Baracutey", "Malesco 2" increased the dry matter percentage in the tubers until the sixth month and the clones "Cuba 1", "Jabrun IV" and "Duclos XI" had a light dry matter decrease beetween the fifth and sixth months.

The dry matter content of stems and petiols in the clones "Haïti", "Cuba 1", "Baracutey" decreased beetween the fifth and sixth months and the three Guadeloupe clones maintained a continuous increase of the dry matter percentage in the stems and petiols until the sixth month.

4 - TUBER AND FOLIAGE YIELD AT THE SIXTH MONTH

Clone "Cuba 1" reached the highest general average yield in tubers (48 t/ha), clone "Haïti" followed with an average yield of 41 t/ha. The clone showing the smallest tuber yield was "Jabrun IV" with a general average of 29 T/ha. In foliage yield, the clone "Jabrun IV" reached the highest general average (48 t/ha). The planting months of highest tuber yield were June and the one of least yield was December.

5 - CONCLUSION

These results indicate that, under Cuba conditions, the clones "Cuba 1" and "Haïti" are more productive than those introduced from Guadeloupe. Other experiments carried out in Cuba had shown that the clones "Duclos XI" and "Malesco 2" gave the highest tuber yield beetween the fifth and sixth months.

It was observed that in this study the clones of highest tuber yield were also those that had the least foliage yield and that conversely the clones of highest foliage yield gave the least tuber yields.

Clone "Duclos XI" showed the best balance beetween tuber and foliage productions.

Referring to comparable studies carried out in Guadeloupe, it seems that in Cuba there is a tendency of cycle lenghening for the clones reputed early in Guadeloupe.

SUMMARY

Continuing the French-Cuban cooperation about tropical root and tuber crops, developped by the CEMSA (Improvement Center for Vegetative Seeds, Ministry of Agriculture, Cuba) and the CRAAG (Agronomic Research Center for the French West Indies and Guyane - INRA), comparative studies were carried out using the best cuban sweet potato clones ("HAITI", "CUBA 1" and "BARACUTEY") and those from Guadeloupe ("DUCLOS XI", "MALESCO 2" and "JABRUN IV").

The performance of these six sweet potato clones was evaluated in four planting periods (June 75, September 75, December 75 and March 76). The experiments were planted on a Santa Clara clay in the fields of the CEMSA, in Santo Domingo, Villa Clara, Cuba (22°35' N Lat/80° 18'W Long/40 m above sea level). The interval beetween plants was 0,30 m and beetween rows 0,90 m.

As propagation materials, 0,30 m long stem cuttings were used. The equivalent of 90 kg N, 90 kg P_2O5 and 180 kg K_2O/ha was applied. Harvesting was done within 180 days.

The following aspects were evaluated :

1°/ Soil - covering - speeds, in weeks from planting date.
2°/ Flowering behavior, that es the time after which the six studied clones produce flowers under cuban conditions.
3°/ Dry matter storage in stems, petiols, leaves and tubers.
4°/ Foliage and marketable tuber yields in 180 days.

This study was undertaken also in Guadeloupe, but here only the cuban results are given.

RESUME

Dans le contexte de la coopération franco-cubaine sur les plantes tropicales à tubercules, développée par le CEMSA (Centre d'Amélioration pour les Semences Asexuées, Ministre de l'Agriculture, Cuba) et le CRAAG, Centre de Recherches Agronomiques Antilles-Guyane - INRA), des études comparatives ont été menées sur les meilleurs clônes cubains de patate douce ("Haïti", "Cuba 1" et "Baracutey") et ceux introduits de Guadeloupe ("Duclos XI", "Malexo 2" et "Jabrun IV").

Le potentiel des six clônes de patate douce a été évalué pendant quatre périodes (Juin, Septembre, Décembre 1975 et Mars 1976). Les essais ont été installés sur des sols argileux de Santa Clara dans les parcelles du CEMSA à Santo Domingo, Villa Clara, Cuba (22°35' lat. N/80°18' long. W, à 40 m d'altitude.

L'intervalle de plantation était de 0,30 m entre les pieds et de 0,90 m entre les lignes.

Comme matériel de propagation, on a utilisé des sections de tige de 0,30m de long. La fumure utilisée était 90 kg N, 90 kg P_2O5 et 180 kg K_2O par ha.

La récolte a été faite après 180 jours.

Les aspects suivants ont été évalués :

1°/ Délai de couverture du sol en semaine après la plantation;

2°/ Comportement de floraison, c'est le temps après lequel la floraison a eu dans les conditions de Cuba.

3°/ Stockage de matière sèche dans les tiges, les pétioles, les feuilles et les tubercules.

4°/ Rendements en feuillage et en tubercules commercialisables après 180 jours.

Cette étude a aussi été entreprise en Guadeloupe mais seuls les résultats cubains sont présentés dans ce texte.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 553-557, 1977.

EFFECT OF PLANT SPACING AND FERTILIZER LEVELS ON YIELD AND DRY BULB WEIGHT OF ONIONS *(ALLIUM CEPA* L.) CV. TEXAS GRANO 502 [1]

G. MANGUAL-CRESPO[°] - E. ORENGO[°] - L. CRUZ-PEREZ[°]

INTRODUCTION

Onion annual per capita consumption in Puerto Rico increased from 3.87 kg in 1950-51 to 6.12 kg in 1972-73 (3). With a 3.2 million population in the island, the apparent total consumption for 1972-73 was 19, 428 metric tons.

Onions have been planted in Puerto Rico in a very low scale for many years, mainly in small, marginal plots not suitable for mechanization. The total onion production was 46.5 metric tons from 1960 through 1967 in Puerto Rico (4).

During 1973-74 Puerto Rico imported more than 11,000 metric tons of onions from the United States and 35 metric tons from the Dominican Republic. The net value of imports was approximately 2.4 million (2).

The ideal climatic conditions prevailing in the island from November through March, suggest the possibility of producing good quality onions to reduce imports.

The objectives of the work herein reported were to provide information dealing with the best plant density and fertilizer level for producing onions comercially under the conditions of southern Puerto Rico.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was established in a San Anton soil, Cumulic Haplustolls, fine-loamy, mixed, isohyperthermic (6) at the Fortuna Substation in southern Puerto Rico on November 15, 1976 following a split-plot design with five replications.

The mean maximum temperature during the experimental cycle was 30.5°C and the mean minimum was 20°C. Rainfall was 45 mm ; it was supplemented with 356 mm aplied as sprinkle irrigation.

Pelleted seed of the Texas Grano 502 cultivar was hand sown 8 cm apart within the row in plots 6 x 10 meters. Each plot had 3 beds, two meters wide from which the center one was harvested to obtain the experimental data.

The treatments were 2, 3, 4 5 and 6 rows per bed, which corresponded to 90, 60, 45, 38, and 30 cm between rows and two fertilizer levels : 111 and 222 kg/ ha each of N P_2O_5 and K_2O. The fertilizer was sidedressed in one application immediately after planting.

.../...

(°) Assistant Agronomist, Research Assistant and Professour, respectively, Agronomy Department, Agricultural Experiment Station, Mayaguez Campus, University of Puerto Rico, Mayaguez, Puerto Rico.

(1) Manuscript submitted to Editorial Board June 7, 1977.

Dacthal W-75(°) was applied right after planting at the rate of 8.9 kg/ha as a preemergent herbicide. One hoe cultivation was necessary before applying Tok E-25 (nitrofen) as a postmergent herbicide at the rate of 4.5 kg/ha.

A preventive weekly spraying program was followed applying 1168 ml/ha of Diazinon AG 500 and 2.2 kg/ha of Dithane M-45 to control insects and diseases.

A sample of 25 dry bulbs per plot was collected to measure bulb diamter. Onions were harvested on March 15, 1977 and their fresh weights taken. After cured for ten days, onions were weighted again.

RESULTS AND DISCUSSION

Plant Density

Table 1 shows the number of dry onion bulbs and the weight obtained from the various plant densities. Yields obtained from 30 cm distance were statistically higher than those from the 38,45 and 90 cm distances, (358, 644, 286, 915 and 143,458 plants/ha, respectively) but not more than the 60 cm (215,186 plants/ha) one.

The results agree in general with those obtained by other investigators (1,5, 7, 9) who reported that 30 cm between rows was the best planting distance for onions. At the 60 cm spacing only half, of the seed required at 30 cm spacing is used less labor is necessary and cultivation can be mechanized to some extent.

Because not all the varieties and hybrids behave in the same manner, probably in variety Texas Grano 502 many plants do not develop at higher plant densities, but the surviving ones, on account of the additional space available, develop well as measured by dry bulb weight and diameter.

Weed competition for soil moisture, and nutrients and light reduces onion yields (10). Therefore, effective pre and post emergent herbicides should be conducive to higher yields. Also, at closer spacing, weeds are effectively smothered by the onion crop.

Higher plant densities did not affect dry bulb size. For instance, at 30 cm between rows (highest plant density), 88 % of the onions had diameters of 6.4 cm or more with 17 % in the 8.9 cm diameter bracket ; at 90 cm between rows (lowest plant density), 83 % had 6.4 cm or more, 20 % had 8.9 cm. Considering all treatments, 39 % of the total dry bulb yield was 7.6 cm in diameter.

Fertilizer Level

Significant higher yields were obtained with 111 kg each of N, P_2O_5 and K O/ha all sidedressed in one application right after planting than with 222 kg/ ha.

According to Davis (1) light textured soils should receive 130 kg each of N, P_2O_5/ha ; the P_2O_5 in one application at planting or trasplanting and one third of the N at either planting or trasplanting. The rest, two months later. In heavier soils, all the fertilizer should be placed in one application 10 cm under and 8 cm to the side of the seed.

Riekels (8) reports lower yields with each N increment at low levels of irrigation, although maturity was not affected. The decrease in yields was originally attributed to ammonium toxicity ; but it was suggested that high salt concentrations could have harmed the plant.

(°) Trade names are used in this publication solely for the purpose of providing specific information. Mention of trade names does not constitute a guarantee or warranty of equipement or materials by the Agricultural Experiment Station of the University of Puerto Rico or an endorsement over other equipment or materials not mentioned.

Table 1 - Plant spacing, yield and mean dry bulb weitht of cv. Texas Grano 502 under two fertilizer levels at Fortuna, Puerto Rico. November 1976.

Treatment		Theoretical plant density	Total	Yield	Mean dry bulb weight
Rows/bed	cm	Plants/ha	Bulbs/ha	Kg/ha	Grams
2	90	143,458	115,663	21,882 bc[1]	186 a
3	60	215,186	147,781	26,344 ab	182 a
4	45	287,915	113,272	21,613 c	195 a
5	38	358,644	123,315	22,577 bc	182 a
6	30	430,373	145,789	27,913 a	191 a

([1]) Figures followed by one or more letters in common in the column do not differ significantly at the 5 % level.

With plenty of rain, yields increased linearly with each N level and 267 kg N/ha were needed for normal growth and maturity. Onions receiving less than 134 kg N/ha grew deficiently and did not mature properly.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

LITERATURE CITED

DAVIS, GLEN H.- Onion production in California. Calif. Agric. Exp. Sta. Extension Service, 1957.

Dept. Agric. P.R. - Anuario de Estadisticas Agricolas de Puerto Rico, 1973-74.

Dept. Agric. P.R. Consumo de Alimentos en Puerto Rico. Tomo 1. Cosechas 1950-51 1973-74, 63, Dic. 1976.

Jackson, George, Onion production, imports, exports and research for Puerto Rico, Caribbean Food Crops Society Proc., Eleventh Annual Meeting, Barbados, 11 : 403, 1973.

LUCAS R.E. - Onion spacing and population studies, Res. Rep., Mich. Agric. Exp. Sta. Univ. P.R., Mayaguez Campus, Mayaguez, P.R., 1976.

RAMOS-VALENCIA (C.A.). - Influencia de la densidad de poblacion en el rendimiento de cebolla cultivada en Santa Lucia, Colombia, Acta Agronomica, Palmira, 20: 25-41, 1970.

RIEKELS, GERALD W. - The influence of nitrogen on the growth and maturity of onions grown on organic soils, Am. Soc. Hort. Sci. J. 97 (1) : 37-41, 1972.

SINGH P.P. - Effect of nitrogen, spacing and clipping of seedling on the yield of onion, Ind. J. Agric. Res. 6 (3) : 221-4, 1972.

WILLIAMS,FRANK C. et al. - Effect of spacing on weed competition in sweet corn, snap beans and onions. Am. Soc. Hort. Sci. J. 98 (6) : 526-9, 1973.

ABSTRACT

The effect of five row spacings (90, 60, 45, 38 and 30 cm) and two fertilizer levels (111 and 222 kg/ha) each of N, P_2O_5 and K_2O on yield, dry bulb weight and diameter of onion cultivar Texas Grano 502 were evaluated on a San Anton loam (Cumulic Haplustolls) on the southern irrigated coastal plain of Puerto Rico. The fertilizer was side-dressed in one application immediately after planting.

The results were was follows :

1°/ Yields from the 30 cm spacing were statistically superior to those from all other treatments, except the 60 cm spacing.

2°/ Sixty cm spacing required half the amount of seed, less labor and allowed more mechanical weeding than closer spacings.

3°/ The lower fertilizer level produced significantly higher yields than the higher level.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 558-563, 1977.

PERFORMANCE OF RED KIDNEY AND NATIVE WHITE BEANS AT THREE PLANTING DISTANCES ON AN OXISOL IN NORTHWESTERN PUERTO RICO(°), (°°)

M. A. Lugo-López, J. Badillo-Feliciano and T. W. Scott(°°°)

INTRODUCTION

Dry beans offer vast possibilities in the humid and subhumid tropics as an important source of dietary protein. Both the native white bean and the red kidney bean types are favorites in the Puerto Rican diet. They are consumed daily, often times twice a day, together with rice. The value of dry bean imports into Puerto Rico exceed $15 millions/year. Not much is known, however, about its cultivation requirements in tropical environments. The work herein reported as well as work on cultivar selection, P and N fertilization are being conducted as part of an overall program to develop a technological package of practices for dry bean production in the deep, well drained, acid, relatively infertile soils of the tropics. Previous experience with other legume crops under Puerto Rico conditions has pointed to the importance of increased plant populations, which under adequate managements can lead to increased yields (6).

This paper reports on an esperiment conducted to evaluate the performance of two field bean types at three planting distances on an Oxisol in northwestern Puerto Rico.

MATERIALS AND METHODS

An experiment was conducted at the Isabela Substation farm on a Coto soil, a Tropeptic Haplorthox, clayey, kaolonitic, isohyperthermic (4), with pH 5.0 ; CEC, 13 meq., and Ca saturation 25%. It is high in Mn and low in available P. Mean annual rainfall is about 1658 mm. Evaporation from a class A pan is approximately 6 mm/day during the summer and 4 mm/day during the winter. The mean annual maximum temperature is 29.4°C while the mean minimum temperature is 18.9°C. Solar radiation ranges from an average of 300 langleys/day in the winter to 600 in the summer. The elevation is about 122 m above sea level.

The experiment followed a split-plot design with six replications. Main

---

(°) Paper presented at the XIV Meeting, Caribbean Food Crops Society, Guadeloupe and Martinique, June 27-July 2, 1977.

(°°) Joint contribution of the Department of Agronomy, Cornell University Ithaca, N.Y. and the Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Mayaguez Campus, Rio Piedras, P.R. This study was part of the investigations supported by the USAID under research contract ta-c-1104 entitled : "Soil fertility in the humid tropics".

(°°°) Former Professor and Soil Scientist (now Consultant, Cornell University) Associate Agronomist, Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico, Mayaguez Campus, Mayaguez, P.R., and Professor of Soil Science, Cornell University, Ithaca, N.Y., respectively.

plots were planting distances, i.e., 30, 45 and 60 cm between rows. The corresponding plant populations were 444, 296 and 222 thousand plants/ha. Subplots were two fieldbean varieties : 27R, a red kidney type, originally from Turrialba, Costa Rica, introduced to Puerto Rico from seedstock from Trinidad ; and Bonita, a selection of a native white bean (3,5). Plots were 3.65 m x 1.52 m. Weeds were controlled with a preemergent application of Dacthal(°°°°) at the rate 13.5 kg/ha. The whole field received a blanket application of 1121 kg/ha of a 10-10-8 fertilizer prior to planting. Seeds were sown on November 20, 1975. The crop of 27R was harvested on February 9, 1976, at 75 days of age, while that of native white beans was harvested eight days later.

Data were taken on dry bean yields, number of seeds/10 pods, weight of 10 plants, and number and weight of pods/10 plants. All data were statistically analyzed.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 gives data on yield and other agronomic characteristics for the white and red kidney beans at the three planting distances. There were no significant differences in mean yields between varieties and between the three planting distances. They both produced around 2200 kg/ha, irrespective of planting distance. These are good yields for 27R and compare very well with the highest yields, i.e., 1100 kg/ha reported from seed production plots under the conditions prevailing at Trinidad (2). For Bonita, these yields are excellent (3). In 1944, González-Ríos and Riollano (3) compared the performance of native white beans at 30.0 cm vs. 60.0 cm between rows. Plants within the row were spaced at 15.0 cm. Yield increases between 15 and 45% were obtained in the closer planting distances.

Beans appear to respond to length of day (3). Evidently the relative short, cool and drier day of the winter season at Isabela favored growth, flowering pod development, and seed production in both types of beans.

The varieties did not differ significantly as to the weight of 10 plants and pod weight, but in both cases pod and plant weight at 60 cm were heavier than those at either 45 or 30 cm. Mean differences were highly significant. Again there were no significant differences between varieties as to pos weight : 148 for 27R and 151 for Bonita. Pods of plants at 60 cm were heavier than those from the other two treatments. Mean differences were highly significant.

Bonita produced significantly more pods than 27R. The lower number of pods occurred at the 30.0 cm planting. Again, Bonita was by for superior to 27R as to the number of beans/pod (38 vs. 55), the differences being highly significant. Planting distance did not affect this character.

During the experimental period, both Bonita and 27R appeared to be free of any damage from either insects or diseases, which is an added advantage to encourage their cultivation. Generally, the leafhopper, *Empoasca fabalis*, prevails during the summer months. According to Cruz (1), *Empoasca spp.* is the insect that most se-

---

(°°°°) Trade names are used in this paper solely for the purpose of providing specific information. Mention of a trade name does not constitute a warranty of materials by Cornell University or by the Agricultural Experiment Station of the University of Puerto Rico or an endorsement over materials not mentioned.

verely affects bean plantings. He has found tolerant cultivars and claims that the resistance is a type of tolerance that permists a dense insect population without serious harm to the crop. Bonita is one of the most tolerant cultivars. This experiment was planted in November 26, 1975 and the beans grew through the drier, cooler months of the year, which may have been a determinant factor in producing healthy, clean plants. The good drainage of the Coto Oxisol might also have been important in avoiding root rot, anthracnosis and chlorosis. The red kidney type appeared to mature a little earlier than the native white bean.

In general, while plants and pods were heavier and pods more expensive since more seed is required. However, this reduction in cost may offset by the more frequent weeding needed as spacing between rows is increased.

It appears as though 27R could be a suitable red kidney bean for home gardens and commercial production in Oxisols. Bonita is definitely suitable those conditions, and was grown in the past in Puerto Rico on a sizeable field scale. Further research to complete a technological package of practices must be undertaken before definitely assessing the commercial potential of these types of dry beans in the acid, deep, well-drained and relatively infertile soils of the humid tropics. In addition, the search for higher yielding cultivars must be intensified.

Table 1.- Yield and other agronomic characteristics of red kidney and native white beans grown on an Oxisol .

Variety	Values for indicated parameter at indicated planting distance (°)			
	30 cm	45 cm	60 cm	Mean
		Yields, kg/ha		
27R	2223	2188	2136	2183
Bonita	2316	2306	2181	2268
Mean	2270	2247	2158	2225
		Seed/10 pods, no		
27R	37 a	39 a	38 a	38 a (°°)
Bonita	56 b	53 b	57 b	55 b
Mean	46	46	48	47
		Weight of 10 plants, g		
27R	165	213	270	216
Bonita	154	174	275	201
Mean	159 b	193 b	272 a	208
		Weight of pods/10 plants, g		
27R	119	146	188	148
Bonita	103	130	210	151
Mean	111 b	138 b	199 a	149
		Pods/10 plants, no		
27R	49 d	56 c	64 b	56 a
Bonita	88 c	115 b	140 a	114 b
Mean	68	85	102	83

(°) Only sets of values where there are significant differences are lettered.

(°°) Values in a horizontal or vertical column, followed by the same letter are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range test. Lettered values are compared vertically for varieties and horizontally for mean planting distances.

LITERATURE CITED

1. Cruz, C., Resistencia del frijol *Phaseolus vulgaris*, a *Empoasca spp.* en Puerto Rico, Paper presented at the XXII Annual Meeting, Programa Coop. Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), San José, Costa Rica, July 25-29, 1976.

2. Gonsalvez, C., Seed production of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) at Changuaramas Agricultural Development Project, Paper presented at the Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society, Trinidad, 1975.

3. González-Ríos, P. and Riollano, A., El mejoramiento de la habichuela blanca del país (*Phaseolus vulgaris*) por medio de la selección, Univ. P. R. Agr. Exp. Sta. Bull. 94, 22 pp, 1951.

4. Lugo-López, M. A. and Rivera, L. H., Taxonomic classification of the soils of Puerto Rico, 1975, Univ. P.R. Agr. Exp. Sta. Bull. 245,32 pp, 1976.

5. McClelland, T. B., Puerto Rico (Mayaguez) Agr. Exp. Sta. Rep. 13, 1918, 1920, 1921, 1922, 1923.

6. Silva, S., Vicente-Chandler, J. Abruña, F., and Rodríguez, J. H., Effect of season and plant spacing on yields of intensively managed soybeans under tropical conditions, J. Agr. Univ. P. R. 54(4) : 365-9, 1972.

ABSTRACT

The effect of planting distance on yields and yield components of two field bean varieties : 27R, a red kidney bean imported from Trinidad ; and Bonita, a selected native white bean ; was evaluated in a Coto clay, a Tropeptic Haplorthox. Planting distances included 30, 45 and 60 cm between rows. Mean yield differences between varieties and between planting distances were not significant. However, a field-wide average of around 2200 kg/ha was obtained, a satisfactory yield under the prevailing conditions. Plant and pod weight did not differ between varieties, but with the 60 cm distance between rows they were heavier than at 30 cm and 45 cm Bonita produced more pods than 27R ; the lower number occurred with the 30 cm distance. Bonita produced an average of 5.5 seeds/pod ; 27R, only 3.8. Both varieties appeared to be free fo any insect or disease damage.

RESUMEN

Dos variedades de habichuelas : 27R, colorada, tipo diablo, importada de Trinidad y Bonita, una selección nativa de tipo blanco, se compararon en cuanto a rendimientos y components de rendimiento. Se sembraron a tres distancias entre hileras : 30.0, 45.0 y 60.0 cm. La 27R se cosechó a los 75 días y la Bonita, 8 días más tarde. No se registraron diferencias significativas entre variedades ni entre distancias entre hileras. Sin embargo, se obtuvo un rendimiento promedio de alrededor de 2200 kg/ha, rendimiento satisfactorio dentro de las condiciones en que se realizó el experimento y para Oxisols, que son suelos profundos, de buen desague, pero acidos y relativamente infértiles. No hubo diferencias significativas en el peso a 60 cm de distancia ambas eran más pesadas que a 30 y a 45 cm. Bonita produjo 5.5 semillas/vaina ; 27R, sólo 3.8. Ambas variedades parecen ser resistentes a enfermedades e insectos en el área de Isabela.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 564-568, 1977.

QUELQUES RESULTATS DE RECHERCHE SUR LE HARICOT *(Phaseolus vulgaris* L.) EN HAITI

A. AZAEL (°)

1. INTRODUCTION

On ignore où et quand a eu lieu l'introduction du haricot en Haiti. Il n'y serait pas connu à l'époque précolombienne puisque Nau (1) n'y fait aucune allusion dans sa "Flore Indienne d'Haiti". Mais déjà à l'époque coloniale la culture du haricot était assez répandue à Saint Domingue et, jusqu'à la période de l'Indépendance, la légumineuse était cultivée sur de très petites superficies pour subvenir surtout aux besoins des familles. De l'Indépendance jusqu'en 1971/72 (2) la superficie consacrée à la culture du haricot a considérablement augmenté : 80.000 ha., et la légumineuse est devenue l'une des composantes de base du régime alimentaire de la grande majorité des Haitiens, en particulier des strates socio-économiques à faible revenu annuel per capita, pour lesquelles il représente la principale source de protéines. Néanmoins, sa production totale, estimée à quelques 42.000 tonnes métriques, ne couvre que 25% des nécessités protéiques de la population. La cause principale de cette production insuffisante réside dans la traditionnalité même des systèmes de production : atomisation et dispersion des parcelle, manque de crédit de production et de commercialisation, d'où : mauvaise qualité des semences utilisées, absence de fertilisation et de protection végétale, stockage défectueux, faiblesse de rentabilité des exploitations, etc...

Jusqu'à présent, aucun effort n'a été tenté pour améliorer la productivité et la production du haricot, dans un pays où les protéines d'origine animale sont relativement chères. Aussi, le but de cette revue de littérature est-il de présenter quelques résultats des recherches sur le haricot en Haiti, dans l'espoir qu'ils pourront orienter les travaux futurs dans le cadre d'un programme national de promotion de la culture de la légumineuse.

2. EXPERIENCES SUR LE HARICOT

a. Essai de varitées

1) Populations locales

En Haiti, il existe un grand nombre de populations locales de haricot à base génétique assez large, qui se distinguent par la forme, la couleur et la grosseur des graines ; par le mode de croissance, la précocité et le rendement des "variétés". Grand Pierre (3) a comparé trois d'entre elles : Décayette, Manzé Joute et Cajalas, à la densité de 200.000 plantes/ha. Les rendements obtenus avec contrôle des maladies et insectes ont été respectivement : 422, 454 324 kg. par hectare, sans différence significative. A la même station expérimentale et les mêmes variétés semées huit jours plus tôt l'année suivante, ont donné des rendements 4 à 5 fois

---

(°) Consultant de l'Institut Interaméricain des Sciences Agricoles (IICA) en Haiti.

plus élevées : 1860, 1700 et 1580 kg/ha respectivement. Au niveau de 5% de probabilité, les différences de rendement n'ont pas été significatives. Des résultats additionnels ont permis à Grand Pierre (3) de conclure que la date de semis joue un rôle important dans la manifestation du rendement des variétés.

Avec un niveau de technologie plus élevé (emploi de fertilisants), le SERA (4)(°) a essayé 6 variétés locales : Rouge Nos. 1 et 2, Beurre Nos. 1 et 2, Violet No. 1 et Noir No. 1. Les rendements ont varié de 230 kg/ha (pour le témoin Red Mexican) à 1432 kg/ha pour la variété locale Rouge No. 2. Tous les génotypes essayés ont été susceptibles à la mosaique jaune (BYMV) sauf le témoin Pinto (par ailleurs, très susceptible à la rouille).

2) Variétés introduites

Dans un essai de 4 variétés étrangères Red Mexican, Bonita, Jamaica et Tsu Kuski, mené à une altitude de 1500 m., Pinchinat (5), avec une technologie très avancée (fertilisants et pesticides), a trouvé des rendements significativement différents de 500 kg/ha (Tsu Kuski) à 1150 kg/ha (variété Red Mexican).

Les deux témoins locaux ont donné des rendements significativement supérieurs à ceux de Jamaica et Tsu Kuski.

Dans un autre essai de 14 variétés à la même station expérimentale, Pinchinat (6) a trouvé pour la variété Wade un rendement de 8600 kg/ha ; le génotype de moins productif a été Kentucky Wonder PR (2400 kg/ha). Plus recemment, Kuenemann (7) a essayé dans la Vallée de l'Artibonite 24 variétés et a enregistré 410kg/ha pour Mezcla Roja Sel. 16 à 3490 kg/ha pour Honduras 35N431. Les rendements des 2 populations locales utilisées comme témoins étaient relativement assez bas 413 et 665kg/ha. Grand Pierre (3) a essayé dans quatre localités différentes 4 variétés introduites : T-612-25, 27-R, Turrialba 4 et 510-53, et a trouvé comme rendements moyens des génotypes : 1008, 2308, 1460 et 2160 kg/ha respectivement. Azael (8) dans un essai de 16 variétés, dont 7 locales développées par selection individuelle à partir de populations locales a constaté des rendements de 2250 kg/ha (pour la lignée pure locale 226) à 1131 kg/ha pour la lignée introduite 5141. La population locale de témoin "Manzé Joute" a donné un rendement de 1500 kg/ha, soit 3 fois plus que le même matériel sans fertilisants ni pesticides.

b. Essai de pratiques culturales

1) Traitement de semences

De Raynald et Brochet (communication personnelle) ont pu obtenir des augmentations de rendements, de l'ordre de 40 à 60% simplement en traitant avec un mélange de 2 g. chloronèbe et 4 g. Benomyl par Kg, des semences de populations locales.

2) Date de semis

Avec trois populations locales Grand Pierre (3) a comparé 3 dates de semis, à intervalles de 15 jours. L'auteur n'a pas trouvé de différences significatives entre les rendements des variétés. Mais entre les dates de semis, il a constaté des différences hautement significatives : la première date de semis (15 décembre) a été la meilleure pour toutes les populations. Avec un semis effectué 45 jours plus

---

(°) Service des Recherches Agricoles du Département de l'Agriculture.

tard, la moyenne des rendemments des 3 variétés passe de 1710 à 80 kg/ha. Azael et Harosh (non publié) ont aussi remarqué que le semis effectué après le 6 Janvier à Bongnotte entraîne des baisses de rendements de l'ordre de 80%.

3) Densité de population

A l'aïde d'un factoriel 3 x 4 x 4, Grand Pierre (3) a essayé 3 populations locales à 4 densités de population : 100.000, 128.000, 200.000 et 400.000 plantes/ha. Il a constaté des différences hautement significatives entre les dates de semis pour lesquels les rendements sont les plus élevés à la densité de 400.000 plants/ha. L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative pour l'interaction : population par densité.

4) Fertilisation

Brochet et de Raynald (cités par Bannerot et Messian (9)) ont montré que l'on peut faire passer les rendements du haricot de 400 kg/ha (témoin non fumé) à 200 kg/ha avec 4t/ha de cendres de bois, et à 1300 kg/ha avec 4t/ha de cendres de bois plus 30t/ha de fumier.

4) Enquêtes phytopathologiques

Dans les plaines d'Haiti, Wakili (10) a rencontré les maladies suivantes, classées par ordre décroissant d'importance : mosaique commune (BCMV), mosaique dorée (GYMV), mosaique jaune (BYMV) nielles bactériennes, mildiou poudreux, pourriture méridionale (Sclérotium rolfsii), tâches angulaires de feuilles (*Isariopsis griseola*, cercosporiose, charbon *Entyloma* et rouille). Au cours de l'enquête, la citadelle du haricot *(Empoasca spp)* fut la peste la plus importante.

Dans les mornes du pays, Kaiser et Melendez (11) ont rencontré, par ordre d'importance : anthracnose, mosaique dorée, mildiou poudreux et rouille. Azael (non publié) a remarqué que la rouille est un sérieux facteur limitatif dans la production du haricot sur les hauteurs de Kenscoff.

Bannerot et Messian (9) ont rencontré : *Empoasca kraemeri*, *Bemissia tabaci*, *Xanthomonas phaseoli*, *Uromyces phaseoli*, *Erisiphe polygoni*, *Chaetoseptoria wellmanii* et *Cercospora caltellanii* dans quelques plaines d'Haiti.

6) Amélioration variétale

Par selection généalogique, Azael (12) a isolé, à partir de populations locales de haricot rouge et noir, 3 composites et 6 lignées pures dont les rendements 1200 à 1600 kg/ha sont de 4 à 5 fois supérieurs à ceux des populations locales non améliorées.

3. CONCLUSIONS

De l'analyse des résultats de recherches apportés ici et dans la perspective de la mise sur pied d'un programme national d'amélioration de la production du haricot, on peut dégager les conclusions suivantes :

a. Il existe quelques populations locales plus ou moins homogènes qui, comme telles ou après épuration par sélection massale négative, peuvent constituer un matériel de semis à haut potentiel de rendement. La variété "Manzé Joute" mérite une attention particulière ;

b. La base génétique relativement large de ces populations locales permet d'isoler, par sélection généalogique, des lignées pures qui peuvent être utilisées comme telles ou sous forme de composites ;

c. A plus long terme, on pourrait enrichir les génotypes locaux par des croisements avec des géniteurs introduits ;

d. En ce qui concerne les pratiques culturales, on peut recommander les suivantes :

1/ traitement des semences par un mélange en parties égales de DDT et Arasan, à raison de 2g par kg de semences ;

2/ dans les plaines, ne pas semer plus tard que le 15 Décembre ;

3/ avec des variétés au mode déterminé de croissance, semer sur billons espacés de 0,40 m. avec 0,10 m. sur les billons (population théorique de 250.000 plantes/ha);

4/ fertiliser avec un engrais complet riche en phosphates 15 jours après le semis et en bandes. Quantité d'engrais : environ 300 kg/ha

5/ bien sécher le grain commercial et emmagasiner dans des locaux frais, secs et bien aérés. Les grains peuvent être mis dans des sacs ajourés préalablement trempés dans une solution de Malathion.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 - NAU, Eugène : Flore Indienne d'Haiti, in : Histoire des Caciques d'Haiti, Tome II. Ed. Panorama, Port-au-Prince, Haiti, 1963.

2 - IICA-Haiti : Plan Quinquennal pour le Développement de la Culture des Haricots. Document 09/LH/73, Août 1973.

3 - GRAND PIERRE, Claude : Mémorandum SRAA 77-13. Institut de Développement Agricole et Industriel, Port-au-Prince, Mars 1977.

4 - Service des Recherches Agricoles CAP-NADO Feuille Technique F-24, Mai 1962.

5 - PINCHINAT, Antonio : Essai sur le Rendement des fèves *(Phaseolus vulgaris L.)* Service des Recherches Agricoles, Département de l'Agriculture. Feuille Technique F-39, Octobre 1962.

6 - KUENEMANN, E.A : Testing legumes in the Artibonite Valley, Haiti 1972-73.

7 - AZAEL, Ariel : Ensayo de rendimiento de 16 variedades del frijol común *(Phaseolus vulgaris L.)* Turrialba, (sous presse).

8 - BANNEROT, H. et MESSIAEN, C.M: La production des graines de légumineuses alimentaires en Haiti. Possibilités d'amélioration. Rapport soumis à l'ambassade de France en Haiti, Mars 1977.

9 - WAKILI, N.G : Maladies des haricots rencontrées dans les plaines d'Haiti, IICA-Haiti document 06/LH/73, Port-au-Prince, Juin 1973.

10 - KAISER, W.J et MELENDEZ P.L : Maladies des haricots rencontrées dans les régions hautes de Fonds Verettes et de Jacmel, Haiti. IICA-Haiti Document 06/LH/73. Port-au-Prince, Haiti, Juin 1973.

11 - AZAEL, Ariel : Vers une amélioration variétale des haricots en Haiti. Revue d'Agriculture (Haiti) Vol. 2, N° 3 (1976) pp. 7-13.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 569-589, 1977.

ASPECTS AGRONOMIQUES ET GENETIQUES DE L'AMELIORATION DU RENDEMENT DU *Vigna unguiculata* (L.) *Walp*

H. TOUVIN et P. LENCREROT(°)
avec la collaboration technique de J. FÉLICITE(°)
J. SABINE(°), N. JEAN-BART(°°) et D. NAGOU(°°)

INTRODUCTION

Le Vigna est une légumineuse tropicale dont la culture a une large répartition géographique. Son adaptation à des écologies extrêmes et la bonne qualité de ses réserves azotées en font une des espèces à promouvoir pour la production de protéines végétales.

Au plan agronomique, c'est une plante qui pousse bien en sol neutre, faiblement acide ou alcalin ; une fois installée la culture résiste très bien à la sécheresse. Son cycle de développement est court (65-90j).

Au plan de son utilisation on distingue :

- des variétés utilisées pour leurs gousses. Celles-ci sont consommées soit en vert (*V. unguiculata subsp. sesquipedalis*) soit à l'état de graine immature ou sèche (C.M. MESSIAEN, 1974).
- des variétés utilisées comme fourrages.

Au plan biochimique, la graine est exempte d'huile et bien pourvue en protéines de bonne qualité. C'est ainsi que sa teneur en lysine place le *Vigna* au niveau du Soja et du Colza, plantes les plus riches en cet acide aminé indispensable.

(°) Station d'Amélioration des Plantes - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - PETIT-BOURG (Guadeloupe)

(°°) Station d'Agronomie - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - PETIT-BOURG (Guadeloupe)

Tableau 1 : Comparaison de quelques caractéristiques agronomiques et biochimiques du Vigna, du Soja et du Colza.

	Vigna (°) (°°)	Soja (°°) (°°°)	Colza (°°°)
Rendement en grains (qx/ha	12 à 20	20 à 30	18 à 25
Teneur en protéines	24-29	38-42	22-24
Rendement en protéines qx/ha	3-5	9-15	4-7
Teneur en lysine Ly % MS	7-7,5	6-7	8
Méthionine - Cystine	2,2	2,6-2,7	5,0

Mais son rendement moyen actuel à l'unité de surface est plutôt faible. Dans les meilleures conditions de culture, les rendements n'excèdent pas 20 à 25 qx/ha.

Notre principal objectif est donc de chercher à augmenter le rendement tant par la voie agronomique que par la voie génétique.

Nous donnons ici quelques résultats des travaux poursuivis sur cette plante au Centre INRA des Antilles-Guyane.

I. - *ESSAIS A CARACTERE AGRONOMIQUE*

Trois essais (a, b, c) sont mis en place au Domaine Duclos en sols ferralitiques (pH 4,5). Le dispositif expérimental est un split-plot en bandes comprenant une ou deux variétés (Black-eyed et M 53) (°°°°) et plusieurs niveaux de fumure. Le but est d'étudier d'une part la réponse du Vigna à la fumure azotée, phosphopotassique et au chaulage et d'autre part l'effet de la densité de peuplement.

(°) d'après OTOUL, 1973

(°°) LENCREROT et al, 1974

(°°°) DECAU et al., 1973

(°°°°) Blackeyed : variété à moyen développement originaire d'Amérique

M53 : variété à petit développement originaire d'Afrique

I.-1 Réponse du Vigna à la fumure NPK

a/ effet sur le rendement en grain (Tableau 2)

Tableau 2 : Rendement en grain (qx/ha) en fonction de la fumure azotée et pour 3 niveaux de fumure phosphopotassique (Essai a).

(Var. Blackeyed)

P K u/ha (P=K) \ Nu/ha	40	100	200	300	400	500	600
200	7,62	9,10	7,20	5,05	4,59	4,26	10,93
400	11,25	11,79	11,14	9,69	9,12	8,61	12,18
600	8,63	9,48	7,16	4,56	2,35	0,85	1,28

Pour des doses d'azote variant de 40 à 600 unités et PK de 200 à 600 unités/ha on constate que :

1 - de 40 à 100 unités d'azote le rendement augmente
2 - de 100 à 500 unités d'azote le rendement décroit
3 - de 500 à 600 unités d'azote le rendement croit à nouveau

La dose de 400 unités/ha de PK entraine une augmentation du rendement pour les doses d'azote ; 600 u/ha produit un effet dépressif sur le rendement d'autant plus marquée que la dose d'azote est plus forte.

b/ effet sur la production de matière sèche totale (Tableau 3)

Tableau 3 : Production de matière sèche totale (tiges, gousses vides, graines) en quintaux hectare, en fonction de la fumure azotée et pour 3 niveaux de fumure phophopotassique (Essai a

(Var. Blackeyed)

PK u/ha (P = K) \ Nu/ha	40	100	200	300	400	500	600
200	21,82	24,61	19,45	14,00	13,46	10,60	22,99
400	27,95	32,89	30,80	27,40	27,92	29,14	34,51
600	34,08	24,72	29,47	22,97	17,09	11,98	9,97

Nous pouvons faire ici les mêmes observations que pour le rendement en grain : l'effet dépressif de la dose 600 u PK ne se manifeste qu'à partir de 200 u d'azote.

I.-2 Réponse du Vigna au chaulage (essai b)

a/ effet sur le rendement en grain (tableaux 4 et 5)

Tableaux 4 et 5)

Rendement en grain (qx/ha) en fonction de l'action conjuguée de :

- la fumure azotée
- la fumure calcique
- la fumure phosphopotassique

(Var. M53)

Tableau 4 N = 100 unités par hectare

P K u/ha (P = K) \ CaO T/ha	0	2	4	6	8
100	6,52	7,50	5,99	3,60	1,65
200	8,52	9,50	9,14	8,49	4,22
400	10,97	12,68	10,42	9,40	6,83
600	10,78	12,84	9,13	7,86	6,03

Tableau 5 N = 200 unités par hectare

PK u/ha (P = K) \ CaO T/ha	0	2	4	4	8
100	4,40	8,19	4,09	2,00	1,29
200	6,72	8,21	4,83	3,35	1,97
400	8,92	10,02	6,70	5,53	2,79
600	9,12	9,08	-	3,53	2,27

L'optimum de rendement est atteint pour un apport de 2 tonnes de CaO/ha. Les doses plus fortes provoquent un effet dépressif quelles que soient les doses de N et PK.

b/ effet sur la production de matière sèche totale (tableau 4bis et 5bis)

Tableaux 4 bis et 5 bis

Production de matière sèche totale (tiges, gousses vides, graines) en quintaux/ha, en fonction de l'action conjuguée de :

- la fumure azotée
- la fumure calcique
- la fumure phophopotassique

(Var. M 53)

Tableau 4 bis : N = 100 unités par hectare

PK u/ha (P = K) \ Cao T/ha	0	2	4	6	8
100	13,43	14,84	12,22	9,12	3,87
200	17,20	20,06	16,74	17,31	8,90
400	20,88	24,07	19,48	18,79	12,30
600	20,52	26,02	16,99	16,58	11,16

Tableau 5 bis : N = 200 unités par hectare

CaO T/ha \ PK u/ha (P = K)	0	2	4	6	8
100	8,30	14,67	6,84	3,91	2,38
300	12,80	16,17	9,37	6,53	4,00
400	18,19	19,57	13,01	10,83	5,43
600	17,23	17,20	10,60	6,44	4,24

Nous arrivons aux mêmes résultats que pour le rendement en grain en ce qui concerne le CaO. L'optimum de rendement est atteint pour un apport de 2 T CaO/ ha. L'alimentation phosphopotassique a une influence positive jusqu'à 400 u/ha ; au delà de cette dose on note un effet dépressif.

I.-3 - Effet de la densité de peuplement sur le fonctionnement de la plante

L'essai est conduit avec deux variétés, l'une à moyen développement, végétatif (Blackeyed), l'autre à petit développement végétatif plus précoce (M53).

Les résultats sont traduits par les figures 1 et 2. Les effets sont différents selon la variété considérée.

a/ effet sur le rendement en grain

Pour la variété Blackeyed (fig. 1) la production maximum est atteinte à 125.000 pieds/ha, puis cette production décroit pour les densités plus fortes.

Pour la variété M53 (fig. 2) la production augmente régulièrement avec la densité de peuplement, l'optimum étant atteint pour une densité voisine de 150 000 pieds/ha.

b/ effet sur la production de tiges et de gousses

Pour la variété Blackeyed la production de tiges augmente d'abord rapidement pour des densités variant de 45 à 125 000 pieds, puis elle est nettement ralentie. La production de gousses suit une courbe d'évolution comparable à celle des grains mais plus étalée.

Pour M53, tiges et gousses évoluent dans le même sens que les graines.

D'une manière générale, pour chacune des deux variétés, la production de matière sèche totale évolue comme le rendement en grain.

II. TESTS DES POTENTIALITES GENETIQUES

II.1 - Etude de quelques facteurs influençant le rendement

Nos observations portent sur une collection de 180 lignées constituée d'une part d'introductions en provenance de pays divers (Porto-Rico, Costa-Rica, Trinidad, Tunisie, Maroc, Sénégal, Nigéria) et d'autre part de lignées peu sensibles à la photopériode tirées de la collection de l'USDA (USA) testées au préalable pour leur précocité à la Station d'Amélioration des Plantes de l'INRA au Centre de Recherches Agronomiques de Versailles. Les facteurs considérés sont : le port de la plante, la précocité, le nombre de gousses et le poids de grain par pied.

a/ le port de la plante

Le port est noté après la floraison. D'après la classification adoptée, les lignées se répartissent dans les proportions suivantes :

- port dressé : tige principale plus développée que les tiges secondaires (25% de l'effectif)

- port demi-dressé à demi-étalé : tiges secondaires aussi développées que la tige principale (25%)

- port étalé : tiges secondaires plus développées que la tige principale (50%)

Remarquons que pour la production de grain, le type recherché est le port dressé associé à une croissance déterminée. Par contre, les types à port étalé, engendrant une meilleure couverture végétale seraient à retenir comme types fourragers. Néanmoins en raison de leur faible productivité en gousses, nous leur préférons des types semi-dressés qui produisent davantage de gousses et fournissent un fourrage de meilleure qualité pour l'ensilage au stade graine immature. La multiplication des semences en est également facilitée.

b/ Précocité

La phase de développement allant du semis à la floraison est relativement facile à appréhender par une notation faite à 50% des plantes fleuries dans la lignée. Dans la collection observée, elle s'échelonne de 35 à 51 jours (tableau 6).

Tableau 6 : Répartition des lignées pour la durée semis-floraison

Semis du 7 octobre 1975 à St-François

Nombre de jours	35	37	39	41	43	45	47	49	51
Nombre de lignées	7	6	24	30	18	51	16	12	5

La phase floraison-maturité est difficile à apprécier, la plupart des lignées étant à floraison indéterminée la maturité est souvent très échelonnée. Bien qu'il n'y ait pas de relation étroite entre la maturité et la date de floraison celle-ci constitue le meilleur repère de précocité.

Du point de vue agronomique, les lignées sont classées en fonction de leur aptitude à donner une maturité groupée laissant peu de gousses vertes au moment de la récolte qui doit se faire avant l'ouverture des premières gousses sèches (fig. 5).

c/ Nombre de gousses et poids de grain par pied

Pour étudier la répartition des lignées selon le nombre de gousses produites par pied, nous avons regroupé la récolte de 5 pieds par lignée en séparant les gousses sèches des gousses vertes. Les fig. 3, 4 et 5 donnent la distribution des lignées respectivement pour le nombre total de gousses, le nombre de gousses sèches et le nombre de gousses vertes à la récolte. On constate que la plupart des lignées produisent de 4 à 16 gousses sèches en moyenne par pied alors que le nombre total de gousses peut atteindre 46 par pied. Notons que près de la moitié des lignées ont de 0 à 1 gousse verte par pied mais ce ne sont pas les plus productives. Le coefficient de correlation ($r = 0,67$) entre le nombre total de gousses et le nombre de gousses vertes indique que les lignées les plus fructifères donnent aussi un nombre élevé de gousses vertes à la récolte à cause de l'étalement de la floraison. Il sera donc difficile d'exploiter toutes les potentialités de production de la plante si l'on ne parvient pas à étendre la gamme des lignées à floraison déterminée.

Les observations montrent par ailleurs une gande amplitude de variation pour le poids de grain par pied (moyenne 12, 30g± 8,86, fig. 6).

II-2 - Essais comparatifs de rendement

Les essais dont les résultats sont donnés ci-après ont pour but :

- de situer le niveau de production des variétés modernes les plus couramment cultivées dans les régions analogues à la nôtre (essai d).

- de voir si l'époque du semis influence le rendement (essais f et f'). Ces essais (f) et (f') mettent en comparaison 5 lignées choisies dans notre collection du Centre INRA Antilles-Guyane et 4 variétés - témoins, à deux époques différentes de l'année : février à mai (jour croissant) et septembre à décembre (jour décroissant).

Les résultats des essais (d) (f) et (f') figurent au tableau 7. Pour faciliter l'interprétation des résultats, la fig. 7 reproduit avec les autres variétés pour les essais (d) et (f').

Tableau 7

Lignées ou variétés	Semis (f) 18.02.75		Semis (f') 16.09.75	Semis (d) 3.10.1974
	Rt qx/ha	Pds de 1000 graines	Rendement qx/ha	
n° 72	15,30	121	7,13	-
n° 65	14,53	119	8,32	-
LY 195	14,15	118	6,95	20,5
Dixielee	13,71	179	9,76	19,6
Blackeyed	13,64	169	10,00	11,4
n° 136	12,97	96	8,86	-
M 53	12,76	108	12,92	9,4
n° 56	12,38	144	9,52	-
n° 12	11,56	142	7,79	
Cristando				19,4
Sesquipedalis				8,6
Moyenne	13,46	132,88	8,92	14,8
ppds 0,05	2,64	27,29	2,6	6,9
C.V	13,5%		17,3%	

Tableau 7 : Essai (f) (f') et (d) : Comparaison du rendement de 9 cultivars en semis du 16/9/75 et du 3/10/74 (sur vertisols calcaires pH 7).

De l'ensemble des résultats, on peut faire les constatations suivantes :

- les meilleurs rendements sont de l'ordre de 20 Qx/ha
- certaines lignées peuvent être aussi productives que les meilleures variétés
- les rendements du semis d'octobre 1974 sont supérieurs à ceux de septembre 1975
- toutes les variétés ont un rendement plus faible en semis de septembre 1975 par rapport au semis de février ; seule M 53, la variété la plus précoce conserve le même rendement (13 Qx/ha) dans les deux cas.
- les cycles de développement des variétés sont identiques pour les semis en période de jour décroissant (oct. 74, sept. 75) (fig. 7)
- le cycle de développement de toutes les variétés est plus long en période de jour croissant. Cet allongement du cycle porte principalement sur la phase semi-floraison. La durée de la phase floraison-récolte reste inchangée pour M53, alors qu'elle est raccourcie pour les autres variétés plus tardives.

III. SELECTION

Le vigna est une plante essentiellement autogame. P. SILVESTRE et M. SOITOUT (1965) au Sénégal, trouvent un taux de fécondation naturelle compris entre 0,22 et 2,06%. Il s'est donc créé au cours des siècles des isolats très consanguins qui avaient peu de chance de garder les meilleures combinaisons génétiques favorables au rendement. Par contre, ces divers écotypes portent forcément des caractères adaptatifs spécifiques.

Ces considérations et les résultats de nos essais nous ont conduit à définir deux objectifs prioritaires de sélection :

- augmenter la capacité de rendement des cultivars
- assurer la régularité du rendement

Pour augmenter le rendement, il convient de rechercher des combinaisons de gènes de haute héritabilité. Pour cela nous avons opté pour deux méthodes de sélection :

1 - une méthode de sélection récurrente. A partir d'hybrides doubles entre lignées ayant de bonnes caractéristiques agronomiques, nous ferons 4 générations de descendances unipares (méthode ssd). Les lignées ainsi créées seront testées en collection, puis en essais de comportement, ensuite en essais comparatifs de rendement.

2 - la deuxième méthode consiste à constituer avec l'aide d'une stérilité mâle génique, une population synthétique.

Après 3 ou 4 générations de descendances unipares, avec récolte sur les plantes mâles-stériles, on commencera une sélection généalogique des lignées fertiles.

Le deuxième objectif qui vise la régularité du rendement est abordé par la méthode classique d'introgression, au niveau de telle ou telle lignée, de caractères spécifiques tels que le port dressé, la floraison déterminée, la résistance aux parasites.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats de nos expériences ainsi que l'analyse de la bibliographie montrent qu'il est possible d'augmenter le rendement du vigna tant au plan agronomique que génétique.

Au plan agronomique, les réactions enregistrées à l'égard de la fumure minérale appellent quelques remarques.

Les faibles doses de fumure azotée sont favorables au rendement. Les baisses de rendement observées pour les doses supérieures à 100 u/ha peuvent être attribuées à une action défavorable de l'azote sur le fonctionnement des nodosités de la légumineuse. Par contre, aux doses très élevées la plante répond de façon positive à la fumure azotée, elle semble alors fonctionner comme une non-légumineuse.

En ce qui concerne la fumure phosphopotassique, les doses relativement élevées qui conduisent à l'optimum de rendement peuvent s'expliquer en partie par un lessivage partiel provoqué par les fortes chutes de pluies survenues au cours de ces cultures. Néanmoins, nous pouvons constater que le Vigna répond très bien à cette fumure.

D'autres techniques agronomiques restent à étudier. On peut citer par exemple : l'apport fractionné d'azote (notamment à la formation des gousses) et l'inoculation (M. OBATON, 1974) à partir de souches bactériennes plus efficientes.

Au plan génétique, comme nous l'avons dit, les travaux de sélection sur Vigna qui visent l'augmentation du rendement intrinsèque des cultivars font appel à des méthodes fondées sur la possibilité d'accroitre de façon cumulative la fréquence des gènes et des associations des gènes favorables. L'efficacité de la sélection récurrente dépendra en grande partie de nos possibilités de criblage en fin de cycle.

Pour ce qui est de l'amélioration des caractères particuliers, nos premiers hybrides sont, en F3-F4, assez prometteurs tant en ce qui concerne le groupement de la floraison que la résistance aux maladies (*Xanthomonas*).

En conclusion, notre but étant d'augmenter la quantité de protéine disponible, dans un premier temps, nous essayons tout naturellement d'agir sur le rendement en grain par les voies génétique et agronomique. Par la suite, il conviendrait d'envisager un accroissement de la production en matières azotées par une amélioration de la teneur en protéine et en acides aminés indispensables tout en conservant, au moins, le niveau du rendement.

BIBLIOGRAPHIE

ARYEETEY (A.N.), LAING (E.). - Inheritance of yield components and their correlation with yield in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Euphitica 22, 386-392, 1973.

BLISS (F.A.), BARKER (L.N.), FRANCKOWIAK (J.D.), HALL (T.C.). - Genetic and environmental variation of seed yield components, and seed protein quantity and quality of cowpea. Crop Science 15, 656-660, 1973.

BRITTINGHAM (W.H.). - The inheritance of date of pod maturity, pod length, seed shape and seed size in the southern pea. *Vigna sinensis*. Proc. Ann. Soc. hort. Sci. 56, 381-388, 1950.

BRYSSINE (P.). - Comportement de variétés de *Vigna sinensis* savi et possibilités de sa culture au Maroc. Al Awamia 3, 1-56, 1962.

CHENOST (M.). - Valeur alimentaire de 3 fourrages tropicaux (*Digitaria decumbens* - *Pannisetum purpureum* - *Vigna sinensis*). Résultats partiels, Note technique 1969, 4 pages.

DECAU (J.), LENCREROT (P.), MARTY (J.R.), PUECH (J.), PUJOL (B.). - Influence des conditions climatiques et de l'irrigation sur la production oléoprotéique de trois oléagineux (Colza, Tournesol, Soja) dans le Sud-Ouest de la France. C.R. Ac. Agric., 1973, 1464-1474.

DERIEUX (*M.*). - Résultats d'essais préliminaires à l'étude de deux légumineuses vivrières I. *Cajanus Cajan* - II. *Vigna sinensis*. Caribbean Food Crops society. Proceeding seventh annual meeting. 1969, 164-172.

EBONG (U.U.). - An analysis of yield components in cowpea (*Vigna sinensis Endl.*). Nigerian journal of science. 3, 2, mars 1972.

EL BARADI (T.A.). - Pulses. I Cowpeas. Ann. trop. agric. 1, 12, 9-19, 1975.

EMPIG (L.T.). - A program designed to maximize genetic variability in the breeding of self fertilizing crops. Philippine Agric., 7, 54, 1971.

FARIS (D.G.). - The chromosone number of *Vigna sinensis* (L.) savi. Can. j. Genet. Cytol. 6, 255-258, 1964.

FARIS (D.G.). - The origin and evolution of the cultivated forms of *Vigna sinensis*. Can. J. Genet. Cytol., 7,3, 1965.

HAQUE (I.). - Réponse des cultures à la potasse en Sierra Leone, Rev. pot., 27, 7, 67ème suite, 1-8, 1974.

KHERADMAN (M.), BASSIRI (A.), NIKNEJAD (M.). - heterosis, inbreeding depression and reciprocal effects for yield and some yield components in a cowpea cross. Crop Science, 15, 5, 1975.

LE DIVIDICH (J.), SEVE (B.). - Valeur énergétique et azotée de *Vigna sinensis* pour le porc : effet de la cuisson et comparaison avec le tourteau de Soja. Ann. Zootech.n 24, (1), 13-20- 1975.

LELEJI (O.I.). - Inheritance of three agronomic characters in cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Euphitica, 24, 371-378, 1975.

LE MARCHAND (G.), BAUDET (J.C.). - Variabilité de la teneur en matières azotées chez *Vigna unguiculata* (L.). Walp. Bull. Rech. Agron. Gembloux, 6, 3/4, 1971.

MEHNDIRATTA (P.O.), SINGH (K.B.). - Genetic diversity in respect of grain yield and its components in cowpea germ plasm from the Punjab. Indian J. genetics Pl. breeding, 31, 2, 1971.

MUNGOMERY (V.E.), DYTH (D.E.), WILLIAMS (R.). - Environmental effects and varietal performance of cowpea (*Vigna sinensis*) and Mung bean (*Phaseolus species*) accessions in south-eastern Queensland. Austral. J. experim. agric. anim. Husband. 12, 58, 523-527, 1972.

MANGJU (D.), LITTLE (T.M.) ANJORIN-OHU (A.). - Effect of Plant density and spatial arrangement on seed yield of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). J. Amer. Soc. Hort. Sci., 100, 5, 467-470, 1975.

OBATON (M.). - Légumineuses tropicales : problèmes particuliers posés par la symbiose fixatrice d'azote et l'inoculation des semences. Agron. trop., 29, 1974, 1128-1139.

RACHIE (K.O), RAWAL (K.), FRANCKOWIAK (J.D.), AKINPELU (M.A.). Two outcrossing mecanisme in cowpeas, *Vigna unguiculata* L. Walp. Euphytica 24, 159-163, 1975.

SENE (D.) - Heredité du poids de cent graines chez *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Niébé). Agron. Trop. 23, 1345-1351, 1968.

SILVESTRE (P.), SOITOUT (M.). - C.R. sur la production des légumes et légumineuses à grain en Afrique. Agron. Trop., 8, aout 1965.

SINGH (K.B.), JAIN (R.P.). - Heterosis and combining ability in cowpeas. Indian J. Genet. Pl. breeding, 32, 1, 1972.

SINGH (S.R.). - Entomological research activities at IITA. In : Proceedings of the first Grain legume Improvement Workshop. IITA, Ibadan, Nigéria, 1974- 325p.

STARON (T.). - Méthode d'obtention, propriétés physico-chimiques et valeur nutritionnelle des protéines de Colza extraites par voie fermentaire. Les industries de l'alimentation animale 9, 1974.

SWINDELL (R.E.), POEHLAN (J.M.). - Heterosis in the mung bean *Vigna radiata* (L.) Wilczek). Tropical Agriculture 53, 1, 25-30, 1976.

VANGALA (R.R.), MENDEN (E.). - The amino acid composition of some african legumes. Internat. Ztschr. vitamin-forsch, 39, 203-209, 1969.

WILLIAMS (R.J.), ALLEN (D.J.). - Grain legume training course pathology. IITA, Ibadan, Nigéria, 1976.

RESUME

Le Vigna est une légumineuse tropicale dont l'adaptation à des écologies extrêmes et la teneur relativement élevée en matière azotée (19 et 29%) en font une des espèces intéressantes à promouvoir pour la production de protéines végétales. Il est utilisé en grain ou en vert dans l'alimentation humaine ou animale. Mais son rendement moyen actuel à l'unité de surface est plutôt faible. Nos travaux ont pour but de contribuer à l'amélioration du rendement des cultivars tant au plan agronomique que génétique.

Les essais ont été conduits dans deux situations pédoclimatiques distinctes : à Duclos (Basse-Terre), zone à forte pluviométrie, sols ferralitiques à pH 4,5 et à St-François (Grande-Terre) zone plus sèche, vertisols calcaires à pH 7.

Au plan agronomique, nous avons étudié, en sols ferralitiques, les effets des éléments principaux NPK, Ca ainsi que ceux de la densité de peuplement. Les doses d'azote de 40 à 100 u/ha sont bénéfiques ; les doses d'azote plus fortes ont un effet dépressif. Les meilleurs niveaux de P et K se situent entre 200 et 400 u/ha. L'apport de 2 T/ha CaO renforce l'efficacité de la fumure NPK. Les peuplements optimum avoisinent respectivement 100.000 et 150.000 pieds/ha pour une variété à grand développement (Blackeyed) et à petit développement (M53).

Au plan génétique, une collection de 180 écotypes a été étudiée pour les principaux facteurs du rendement. La sélection en vue d'augmenter le rendement fait appel à des méthodes fondées sur la possibilité de créer des combinaisons de gènes favorables de haute héritabilité (sélection recurrente). Des méthodes de sélection plus classiques sont utilisées pour l'amélioration de caractères particuliers (floraison groupée, port dressé, précocité, résistance aux parasites). Les premiers résultats au niveau des F3-F4 d'hybrides sont prometteurs pour la floraison groupée et la résistance au *Xanthomonas*.

SUMMARY

Agronomical and genetical aspects of Vigna yield improvement *Vigna unguiculata* (L) *Walp*

For it's wide climatic adaptation joined to a relatively high nitrogen content (19 to 29%). The vigna seems interesting to promete for protein production. This plant legume can be used as human or animal feed as a green forage or for it's dry seeds. Our contribution aim through breeding and agronomic practices, to improve the yields wich are rather low. Agronomic trials were carried out in two distinct pedoclimatic situations : at Duclos (Basse-Terre) under high rainfall, on ferralitic soils with a 4.5 pH and at St-François (Grande-Terre) in a dry area, on calcareous vertisols with a 7.0 pH. On ferralitic soils we studied the effect of N, P, K, Ca and plant density. Levels 40 to 100 u/ha of nitrogen are favorable. Higher levels have depressive effect. Best levels of P and K are 200 to 400 u/ha. The N, P, K action is reinforced by a supply of 2t/ha CaO. Optimal densities are around 100.000 plants/ha for Blackeyed, cultivar of great development and 150.000 for M.53 of small development.

For genetic studies a collection of 180 ecotypes was examined for principal yield components. Breeding for yield improvement was based on possibility of combining favorable genes of high heritability (recurrent selection).

More standard methods are used for other characters (concentrated flowering, upright growing, earliness, disease resistance). The first results at F3 and F4 generation level, are promising for concentrated flowering and resistance to *Xanthomonas*.

Figure 1 et 2

Effet de la densité de peuplement sur la production (qx/ha) de graines, gousses vides, tiges et matière sèche totale :

a) sur le vigna variété Black-eyed (Essai c) b) sur le vigna variété M 53 (Essai c)

Fig. 1

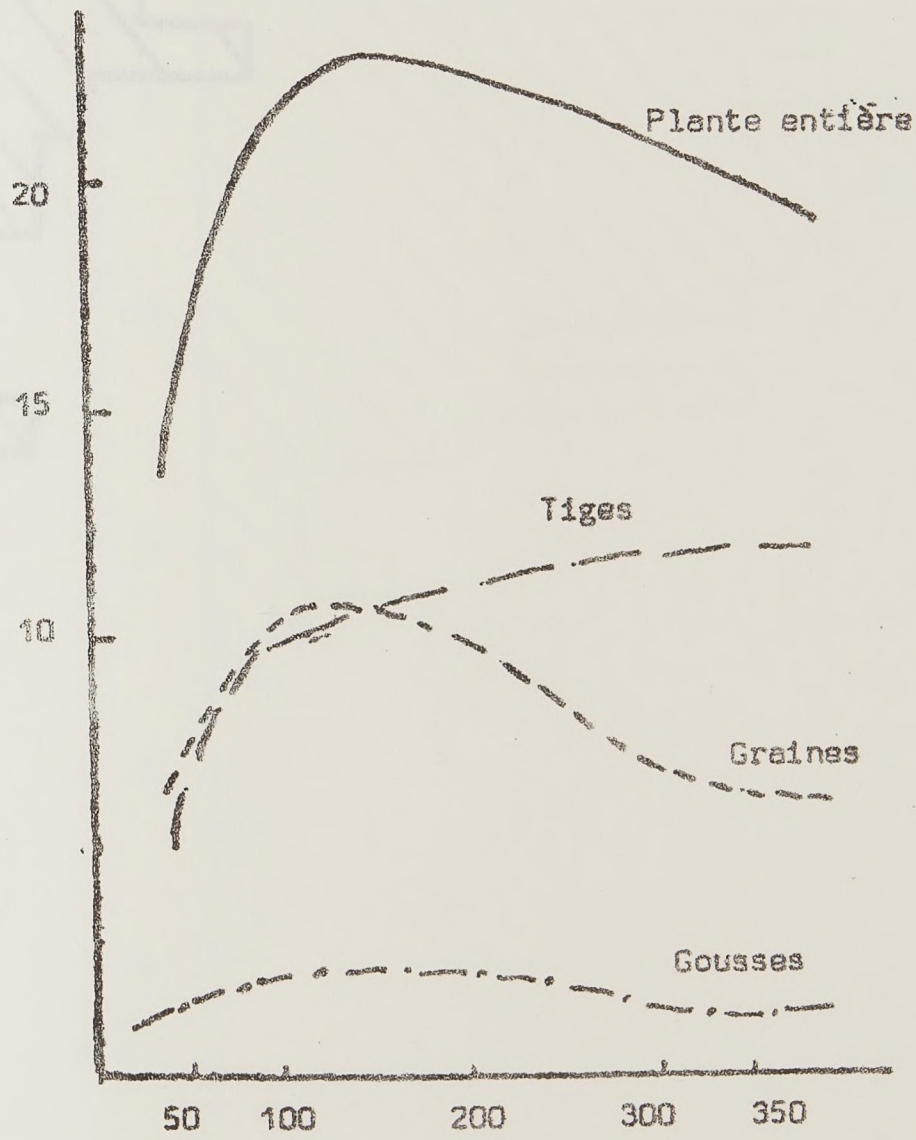
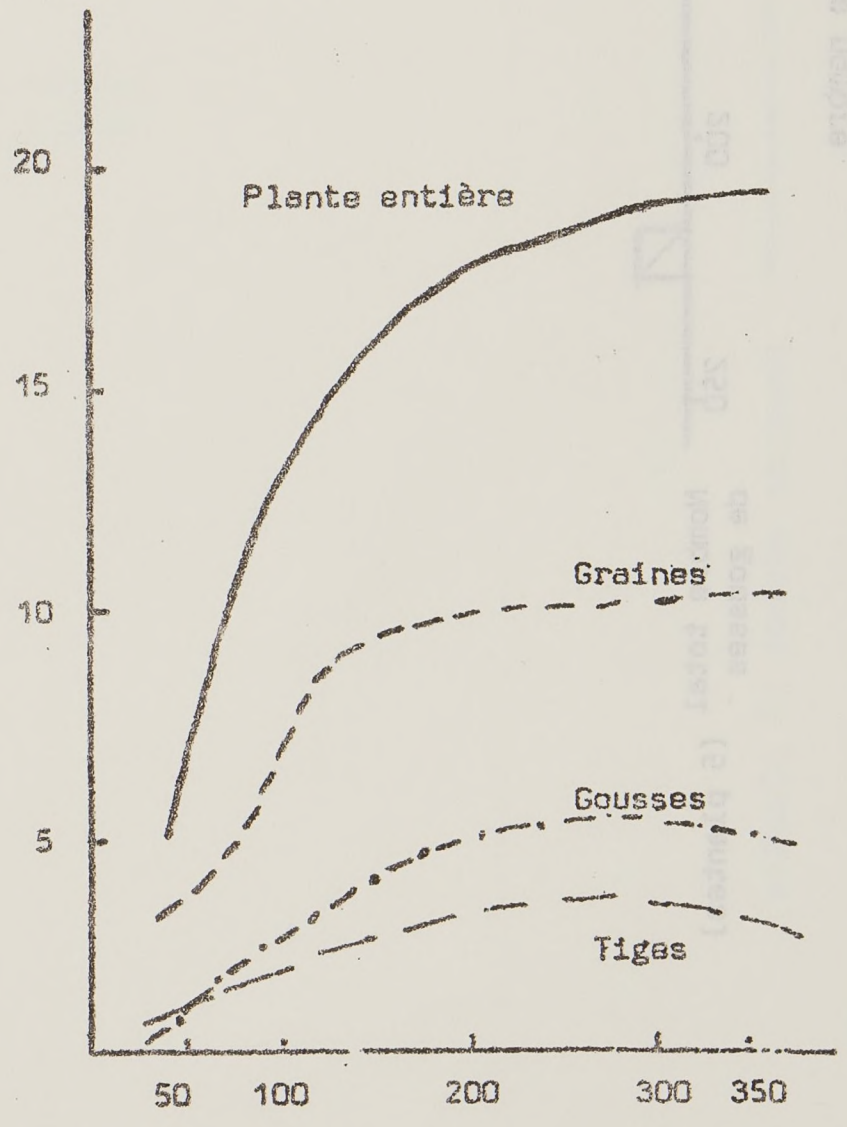


Fig. 2



Densité réelle de peuplement (en milliers de plantes par hectare)

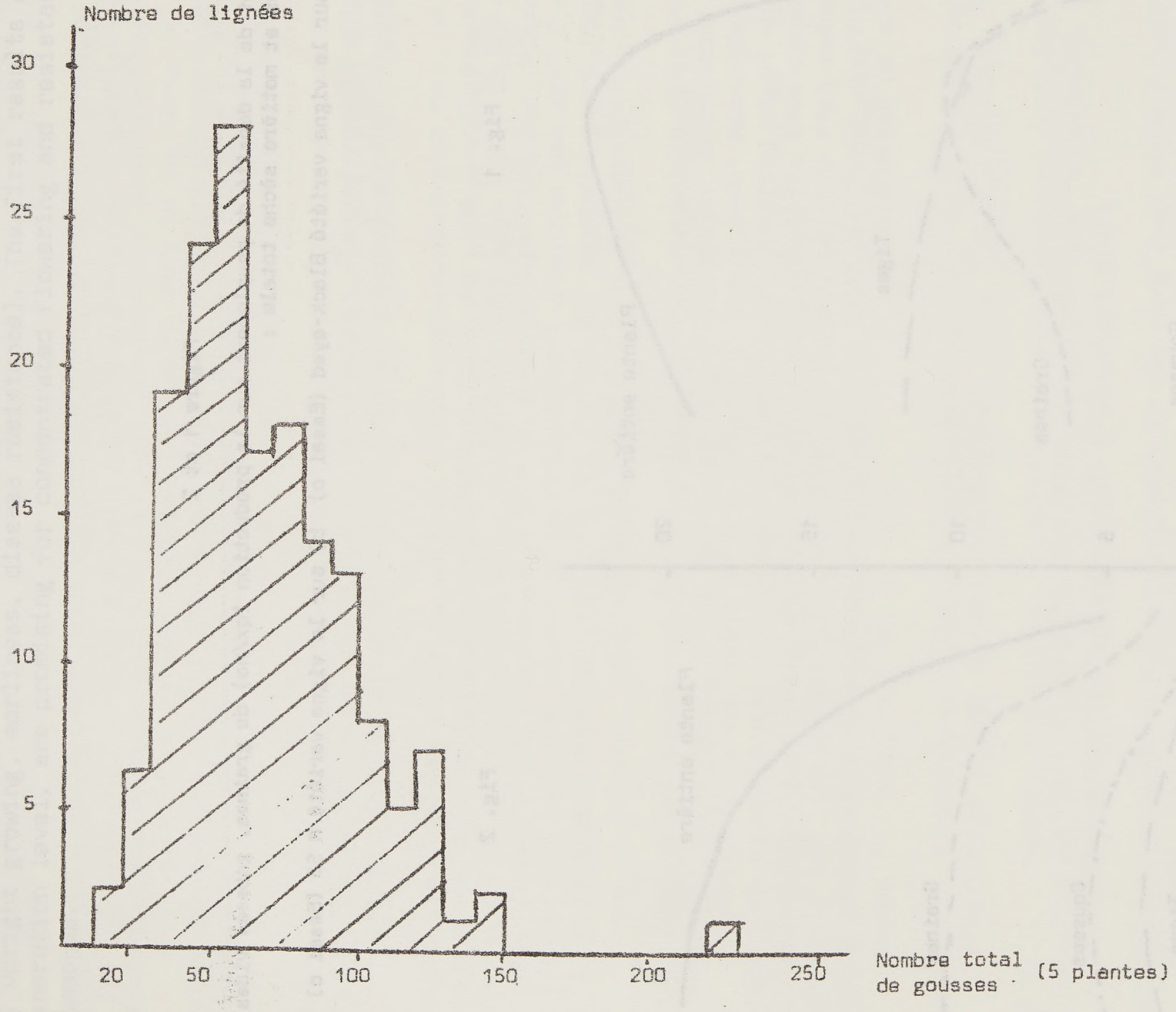


Fig. 3 - Distribution des lignées pour le nombre total de gousses récoltées par plante

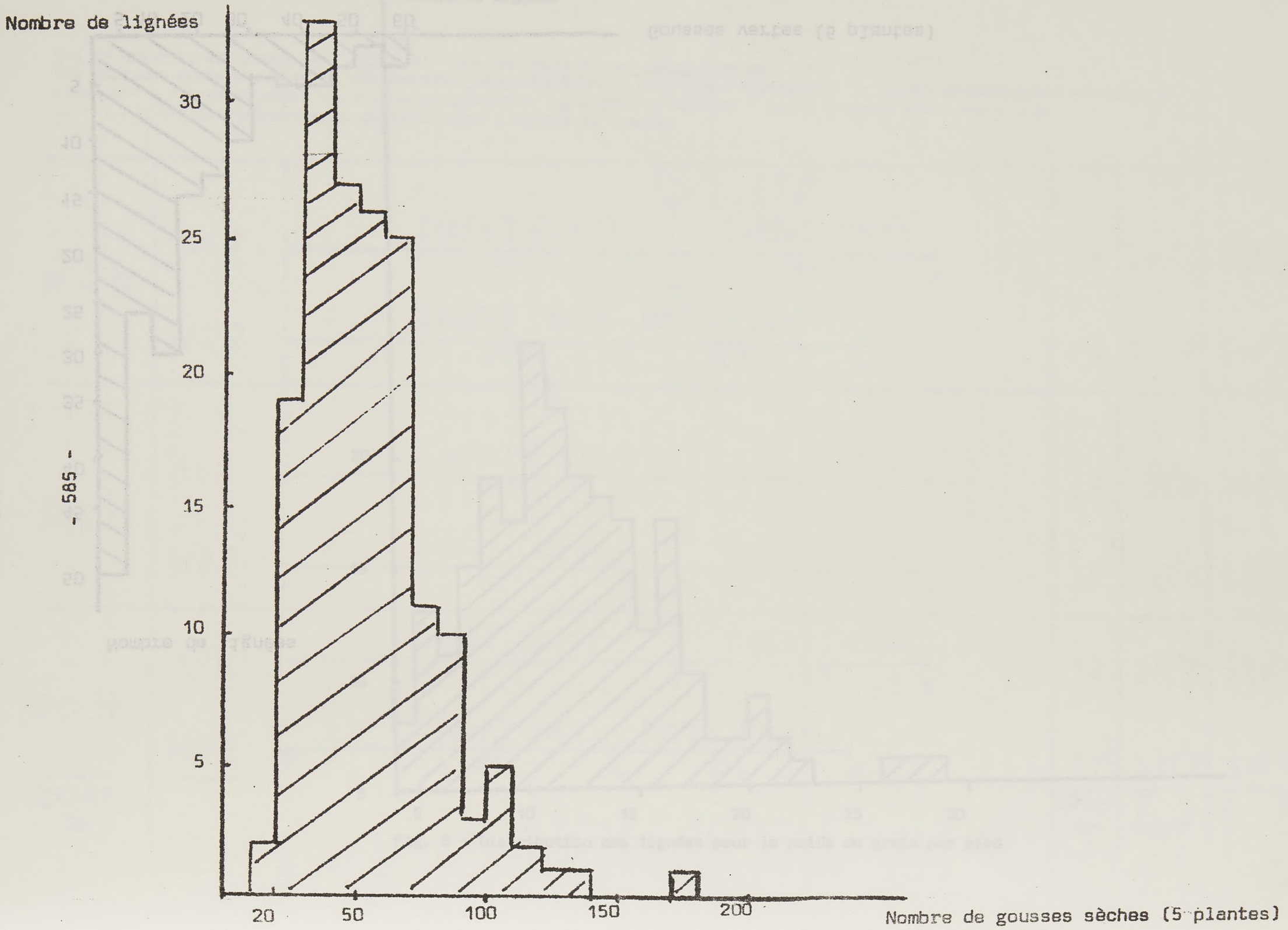


Fig. 4 - Distribution des lignées pour le nombre de Gousses sèches par plante

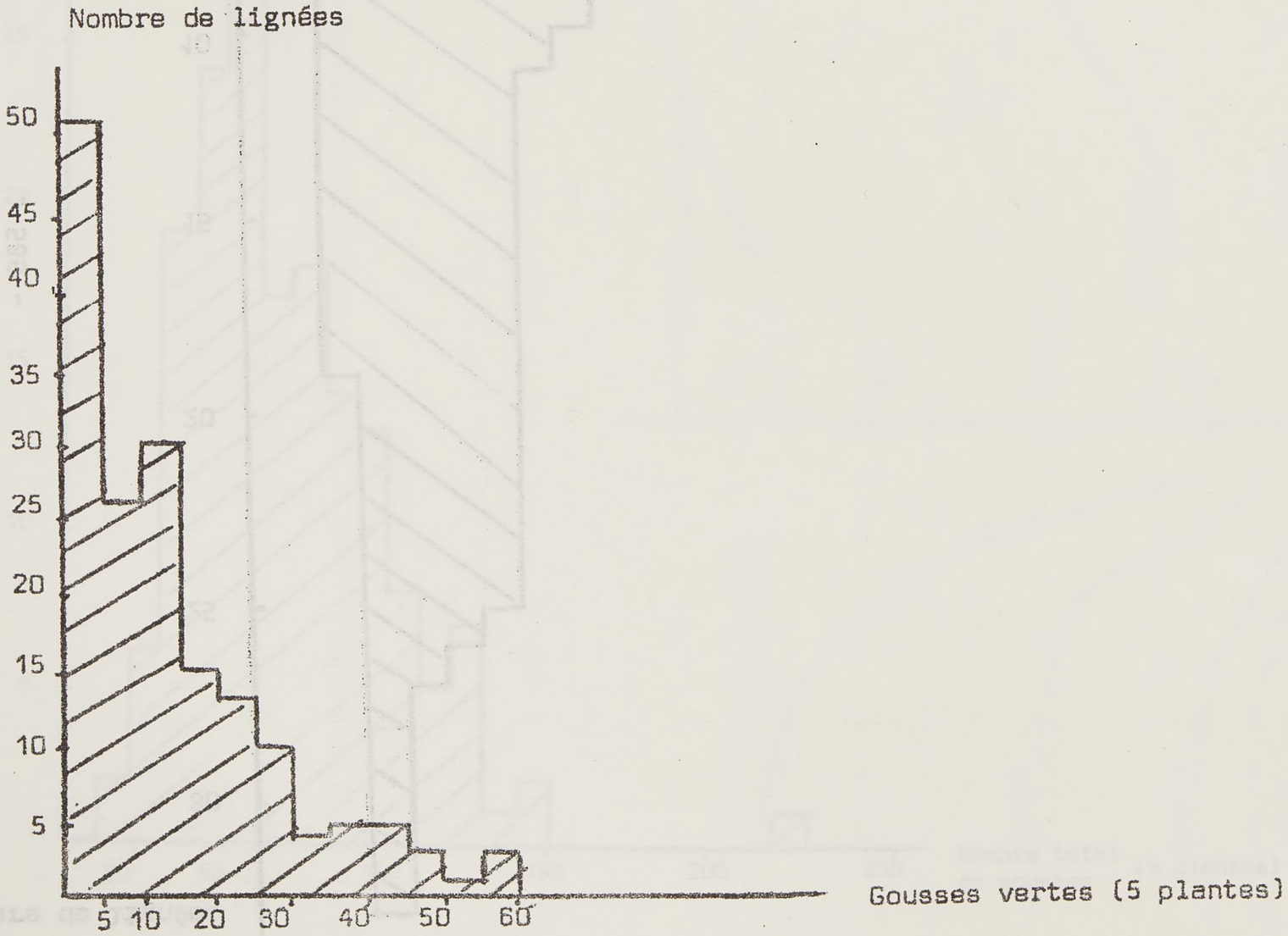


Fig. 5 - Distribution des lignées pour les gousses restées vertes après maturité.

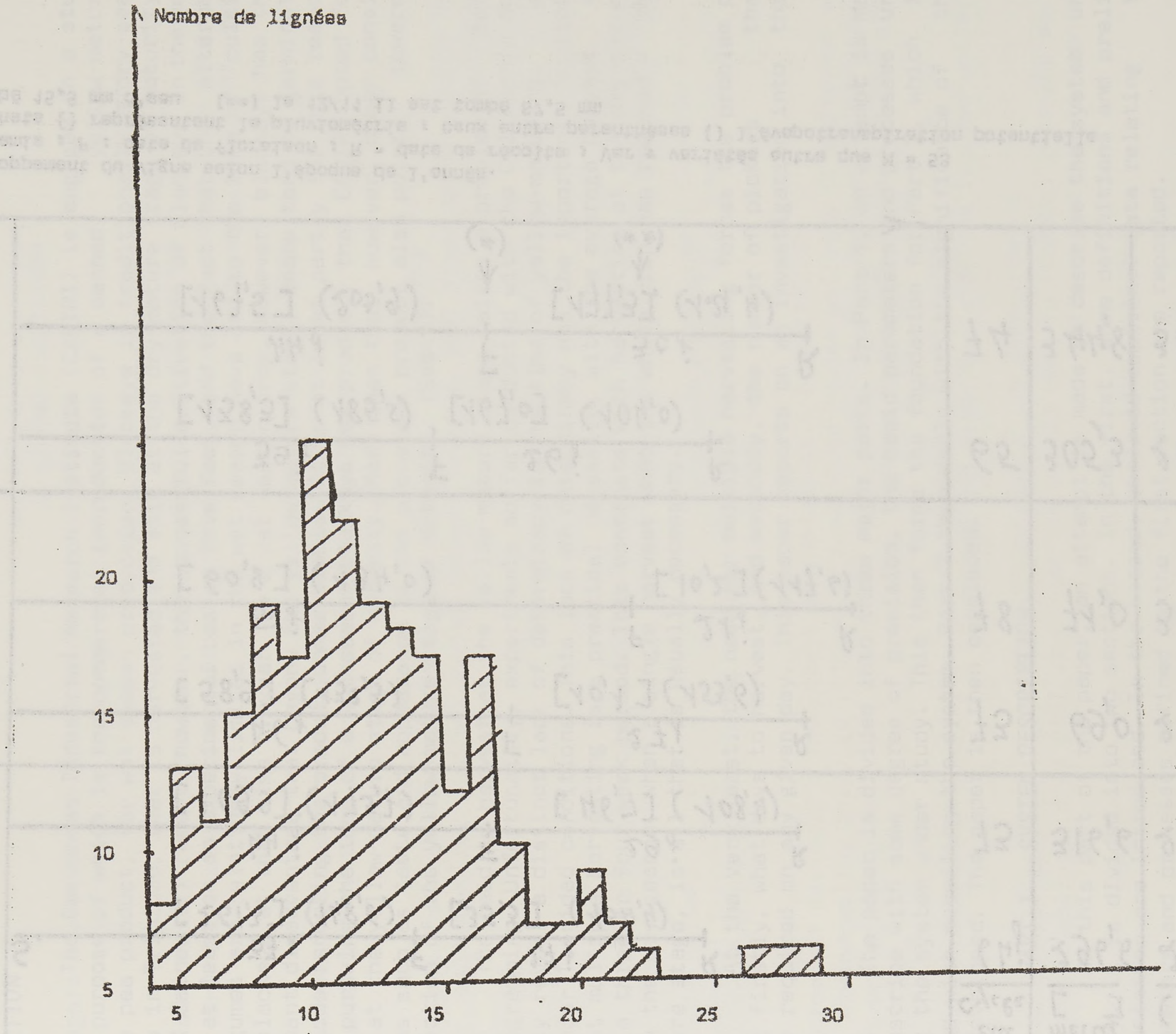


Fig. 6 - Distribution des lignées pour le poids de grain par pied

DE SEMIS			du cycle	mètre [ ]	( )
3-10-74	M53	S. 37 j F 27 j R [261,3] (148,6) [35,3] (104,4)	64j	296,6	253,0
	VAR.	44 j F 29 j R [269,9] (175,7) [46,7] (108,4)	73	316,6	284,1
18-2-75	M53	46 j F 27 j R [58,9] (132,3) [10,1] (153,6)	73	69,0	285,9
	VAR.	57 j F 21 j R [60,8] (194,0) [10,2] (117,6)	78	71,0	311,6
16-9-75	M53	39 j F 26 j R [138,3] (185,5) [167,0] (104,0)	65	305,3	289,5
	VAR.	44 j F 30 j R [167,5] (203,9) [177,3] (121,4) (*) (**)	74	344,8	325,3

Fig. 7 - Cycle de développement du Vigna selon l'époque de l'année.
Légende : S : date de semis ; F : date de floraison ; R = date de récolte ; Var = variétés autre que M = 53
Les chiffres entre crochets [] représentant la pluviométrie ; ceux entre parenthèses () l'évapotranspiration potentielle
(*) le 29/10 il est tombé 15,5 mm d'eau (**) le 12/11 il est tombé 67,5 mm

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 589-607, 1977.

A MODEL FOR PROGRAMMING THE HARVEST OF WET SEASON, YELLOW-MATURE BLACKEYE PEAS

S. F. THOMAS (°)

INTRODUCTION

The Caribbean Industrial Research Institute (CARIRI) is engaged in a study, the purpose of which is the commercial introduction of a canned yellow-mature blackeye pea product, for wet-season production. Blackeye is traditionally a dry-season crop in Trinidad, that is harvested and sold at the dry-mature stage of maturity. Carr and Caines (1) report, however, the successful cultivation of blackeye in the wet season, at least on an experimental basis. This fact, and the fact that the alternative legumes are relatively limited in the wet season have led to the idea of cultivating blackeye at that time of year. As a wet season crop, however, blackeye has the significant disadvantage that beyond the yellow-mature stage, beans tend to germinate in the pods rendering the product unmarketable. It is at least partly for this reason that in pursuing the idea of a wet season blackeye pea product, that CARIRI opted for picking at the yellow-mature stage of maturity. More than that, however, other considerations such as taste and appearance of the processed product also point towards the selection of the yellow-mature stage of maturity. (See 3).

The need to harvest at the yellow-mature stage raises a problem of harvest programming. Unfortunately, experiments so far conducted with the California No. 5 variety reveal a distinct lack of determinacy in the time of yellow-maturing, at least under Trinidad conditions. This lack of determinacy has the important implication that multiple harvesting is a practical necessity, with the average harvest spanning a three or four week period. This contrasts with harvesting at the dry-mature stage in the dry-season, when a single harvest when the whole crop has reached the dry-mature stage, is all that is usually necessary.

At the very least, the need for multiple harvesting forces the problem of deciding firstly, what days to harvest, and secondly, the number of pickers that would be required on any given day. This paper reports on an investigation into this problem.

The paper is divided into three major parts. In Part 1, an attempt is made to describe with some degree of precision, the basic parameters and processes underlying the system under study. This then forms the foundation for Part 2, which is concerned with modelling the system. Part 3 then deals with the significance of the models developed. The paper is then concluded.

PART I - SYSTEM DESCRIPTION

In this part of the paper, an attempt is made to describe the system under study. It is divided into two sections. In the first, some definitions and preliminary notation are introduced. In the second, observed empirical data relating to the parameters and processes defined in the first section are reported.

DEFINITIONS AND NOTATION

In this section, I introduce some definitions and notation to describe the physical parameters and processes underlying the problem under study.

(°) Caribbean Industrial Research Institute - Tunapuna Post Office Trinidad, W.I.

DEFINITION 1 : *Flowering pattern* :By this term is meant the number of flowers per acre appearing by day over the flowering period.

NOTATION : Denote by
F_t - number of flowers per acre appearing on day t over the flowering period, t = 1, 2, ...

DEFINITION 2 : *Maturation pattern* : By this term is meant the frequency distribution over the number of days it takes for a pod to yellow-mature, using date of flowering as the datum.

NOTATION : Denote by
m_i - fraction of pods which reach yellow-mature stage on the i-th day measured from date of flowering ;
i = 1, 2, 3, ...

DEFINITION 3 : *Staying pattern* : By this term is meant the fraction of pods which having yellow-matured, remains at the yellow-mature stage into a second day, third day, and so on.

NOTATION : Denote by
f_j - the fraction of yellow-mature pods which remains yellow-mature into a j-th day from initial yellow-maturing ;
j = 2, 3, ...

DEFINITION 4 : *Abortion rate* : By this term is meant the fraction of flowers which abort (for whatever reason) before reaching yellow-mature stage of maturity.

NOTATION : Denote by
a - abortion rate

DEFINITION 5 : *Yellow-mature pod weight* : By this term is meant the average weight of a yellow-mature pod.

NOTATION : Denote by
w - yellow-mature pod weight should be given as .01118 lb. not 0.3356 1b.

DEFINITION 6 : *Yellow-mature equivalent* : Observed flowering could be converted to a yellow-mature equivalent by weight, by using yellow-mature pod weight as a conversion factor. This makes use of the fact that a one-to-one relationship exists between flower and eventual pod.

DEFINITION 7 : *Picking density* : By this term is meant pounds peas (yellow-mature) per acre available for harvesting.

DEFINITION 8 : *Harvesting productivity* : By this term is meant average quantity (pounds) of peas picked per man-hour. This is a function (among other things) of picking density.

EMPIRICAL DATA

Some empirical data has been collected with a view towards establishing the values of the various parameters defined above. The results so far obtained are indicated below :

Parameter	Empirical observation
1. Flowering pattern	See Figure 1 for exemple
2. Maturation pattern	See Figures 2a and 2b
3. Staying pattern	See Figure 3a and 3b
4. Abortion rate	42.0% - August, 1976 planting 3.4 % - November, 1976 planting
5. Yellow-mature po weight	0.3356 lbs.
6. Yellow-mature equivalent	-
7. Picking density	Variable
8. Harvesting productivity	See Figure 4

The results reported above were based upon experiments conducted at the Texaco Food Crops Farm, St. Joseph, Trinidad, during the 1975 and 1976 wet seasons. Data regarding *Flowering pattern* were obtained by a *cross-sectional study* (August, 1976 planting) in which a sample of trees was randomly selected and each tree observed daily for pods. Data regarding maturation pattern were obtained by a longitudinal study (August, 1976 and November, 1976 plantings) in which a sample of pods was randomly selected, and each pod in the sample observed daily from flowering right through to the dry-mature stage of maturity. This study provided information regarding staying pattern and abortion rate also. Yellow-mature pod weight was obtained by simple weighing of product from a September, 1975 planting. Finally, data regarding the relationship between harvesting productivity and picking density were obtained from a semi-commercial 5-acre planting (September, 1975) by observing total man-hours worked pounds picked and acreage covered.

PART 2 - SYSTEM MODELLING

In this part of the paper, I develop the models and solution methods used to deal with the harvest programming problem of deciding (a) what days to harvest, and (b) determining the number of pickers required on any given harvesting day. Firstly, a prediction model is described, by which picking density of freshly yellow-maturing peas could be predicted. Secondly a general decision model is developed, which when solved would provide a solution to our harvest programming problem. In the third section an exact method for solving our general model is provided, making use of the dynamic programming technique (see e.g. 4). In the fourth and fifth sections, approximate solution techniques are presented.

PREDICTION MODEL

The empirical data previously reported permit the implementation of a prediction model, by which picking density by day over the crop, of peas freshly yellow-maturing could be predicted. The idea is a simple one : A sample of trees is observed daily for flowers, yielding daily an estimate for flowers per tree, Using an estimate for the number of trees per acre, this is then converted to an estimate of the number of flowers per acre, which in turn is converted to yellow-mature equivalent, using an average figure for yellow-mature pod weight. This is then cast forward

into the future appropriately distributed by maturation pattern, and corrected for abortions, to obtain the contribution in pounds of that day's flowering to future fresh picking density, by days corresponding to maturation lags. This scheme is made more precise in the following :

NOTATION : Denote by

Q_t - picking density of peas freshly yellow-maturing on day t of crop ;

F_t - flowers per acre appearing on day t of crop (flowering pattern) ;

w - yellow-mature pod weight ;

m_i - (maturation pattern) fraction of pods yellow-maturing on the i-th day after flowering :

a - abortion rate ;

Using the above notation, our prediction model is the following :

$$(1)\quad Q_t = \sum_{i=1}^{t} (1-a).m_i.w.F_{t-i+1} \quad ; t = 1, 2, \ldots$$

The working of the prediction formula is illustrated by figure 6.

GENERAL DECISION MODEL

On the one hand, reference to Figure 4 would indicate that the higher the actual picking density, the higher the harvesting productivity and therefore the lower the unit harvesting cost. On the other hand, however, reference to Figure 3a or 3b would indicate the loss of peas to a higher maturity stage, that would result if peas were not harvested the day they achieve the yellow-mature stage. We therefore have the following trade-off to make : if we were to harvest daily, we would be sure to maximize revenues, but unit harvesting cost would be maximum also ; while if we were to harvest less frequently, we would reduce unit harvesting cost, but in so doing reduce revenues as well. We therefore have the problem of finding that optimum harvesting schedule where revenue net of harvesting cost is maximized. A model describing this problem is developed in this section.

NOTATION : Denote by

y_t - the decision whether or not to harvest on day t of crop. It is sufficient to write

$$Y_t = \begin{cases} 0, & \text{if it is decided to harvest on day t} \\ 1, & \text{if it is decided } \underline{\text{not}} \text{ to harvest on day t} \end{cases}$$

t = 1, 2, ..., N.

(day t = 1 corresponds to first day of fresh yellow-maturing ; day t = N corresponds to last day of fresh yellow-maturing).

Q_t - predicted picking density of peas freshly yellow - maturing on day t ; t - 1,2, ..., N.

X_t - actual total picking density of peas at yellow-mature stage available for harvesting on day t : t - 1,2, ..., N.

f_j - (staying pattern) fraction of peas staying into the j-th day after first yellow-maturing, if not harvested before ; j = 2, 3, 4.

Adopting the above notation, we may write the following expression for X_t in terms of the Q_t and the Y_t, as follows :

$$(2) \quad X_t = Q_t \qquad \text{- freshly appearing}$$
$$+ (f_2 \cdot Q_{t-1}) \cdot Y_{t-1} \qquad \text{- stayed over one day}$$
$$+ (f_3 \cdot Q_{t-2}) \cdot Y_{t-2} \cdot Y_{t-1} \qquad \text{- stayed over two days}$$
$$+ (f_4 \cdot Q_{t-3}) \cdot Y_{t-3} \cdot Y_{t-2} \cdot Y_{t-1} \qquad \text{- stayed over three days}$$
$$t = 1, 2, \ldots, N.$$

(Note that peas staying over one day, $f \cdot Q_{t-1}$, contribue to X_t only if $Y_{t-1} = 1$ indicating no harvest on day t - 1 ; peas staying over two days, $f_3 \cdot Q_{t-2}$ contribute only if both $Y_{t-1} = 1$ and $Y_{t-2} = 1$ indicating no harvest on both days t-1 and t - 2 ; etc.).

The optimum harvesting sequence, as determined by our choice of Y_1, Y_2, ..., Y_N will be determined jointly by revenues from sale of product, and cost of harvesting. (Recall that our objective is the maximisation of revenues net of harvesting cost.) We therefore construct an objective function relating the objective we seek to maximize, to our decision variables, as in the following :

NOTATION : Denote by

r - price per pound of yellow-mature peas harvested, in dollars ;

h - maximum number of man-hours of work constituting picker's task ;

T - Harvesting task wage in dollars ;

P(X) - harvesting productivity in pounds peas per manhour, as a function of picking density X in pounds peas per acre.

(Approximated by a straight line (see Fig. 4) P (X) = b + c.X, with b and c empirically estimated parameters) :

A - acreage planted

U_t - total pounds peas available on day t, from acreage planted ;

R(U) - revenues associated with sale of U pounds of yellow- mature peas ;

H(U,X) - harvesting cost associated with the harvest of U pounds of yellow-mature peas, at picking density X ;

Using the above notation, we have the following relations :

$$(3) \quad U_t = A.X_t \ ;$$

$$(4) \quad R(U) = r.U \ ;$$

$$(5) \quad H(U,X) = \{U/(h.P(X))\} \cdot T,$$

where it is to be understood that the expression in square brackets, which represents number of tasks required to harvest U pounds, at picking density X pounds per acre, is to be taken to the nearest higher integer, since harvesting cost is assumed charged at T dollars per task, or fraction there of.

If harvesting decision Y_t (recall 0 = harvest, 1 = no harvest) is taken on day t of the crop, then net revenues (revenues net of harvesting cost) associated with that decision is given by

$$(6) \quad (1-Y_t) \{R(U_t) - H(U_t, X_t)\}$$

Total net revenues from the entire crop is merely the summation over all N possible days of harvest, as given by the following expression :

$$(7) \quad \sum_{t=1}^{N} (1-Y_t) \{R(U_t) - H(U_t, X_t)\}$$

This is the objective we wish to maximise.

We are now in a position to state succinctly our mathematical model.

Find the sequence of harvesting decisions
Y_t, t = 1, 2, ..., N.
which maximizes total revenues net of harvesting cost

$$\sum_{t=1}^{N} (1 - Y_t) \{R(U_t) - H(U_t, X_t)\}$$

subject ot the conditions

(8) Y_t must either be 0 or 1 for all t =1, 2, ..., N.

$$X_t = Q_t + f_2 \cdot Q_{t-1} \cdot Y_{t-1} + f_3 \cdot Q_{t-2} \cdot Y_{t-2} \cdot Y_{t-1} + f_4 \cdot Q_{t-3} \cdot Y_{t-3} \cdot Y_{t-2}, \quad t = 1, 2, \ldots, N.$$

(3) $U_t = A \cdot X_t$, t = 1 2, ..., N.

(4) $R(U_t) = r.U_t$, t = 1, 2, ..., N.

(5) $H(U_t, X_t) = \{U_t / (h.P(X_t))\} .T$, t = 1, 2, ..., N.

and given

(7) $Q_{-2} = Q_{-1} = Q_o = 0$

(8) estimates for $Q_1, Q_2, \ldots, Q_N$ as given by picking density prediction model

(9) $P(X_t) = b + c.X_t$, t = 1, 2, ..., N.

where b and c are empirically estimated parameters (see Figure 4).

DYNAMIC PROGRAMMING FORMULATION

The method of dynamic programming could be used to compute an exact solution to the above formulation of the problem. In what follows, the technical terminology (4) associated with this technique is employed. (See (2) for a computer routine)

Stages : the dynamic programming stages correspond to the days of the crop, t = 1, 2, ..., N, on each of which a decision must be made whether or not to harvest.

Decision variable : the decision variable in the analysis is the same as has been previously defined :

$$Y_t = \begin{cases} 0, & \text{if decision is to harvest on day } t \\ 1, & \text{if decision is not to harvest on day } t \end{cases}$$

$$t = 1, 2, \ldots, N.$$

State variable : the state variable in the analysis is the number of days gone by without harvest. Denote this by s.

Transformation function : Denote by

T(s, Y) - the transformation function by which decision Y taken at any given stage, transforms the value of the state variable at the current stage to an appropriate value at the next stage.

This transformation function can be defined as follows :

$$T(s, Y) = \begin{cases} 0, & \text{if } Y = 0 \\ s + 1, & \text{if } Y = 1. \end{cases}$$

Return function : the return function is merely the contribution to total revenues net of harvesting cost consequent upon the decision taken at each stage. Denoting the return function by $\rho(s, Y_t)$, we have the following :

$$\rho(s, Y_t) = (1 - Y_t) \{R(U_t(s)\} - H(U_t(s), X_t(s))\}$$

where the dependence upon s of X_t and U_t is made explicit, and we have :

$$X_t(s) = Q_t + \sum_{i=1}^{s} f_{i+1} \; Q_{t-i}, \qquad t=1, 2, .., N.$$

and

$$U_t(s) = A.X_t(s)$$

it could easily be verified that our specification for $X_t(s)$ above is equivalent to our previous specifications in (2), when due regard is taken of the correspondence between s and the values of Y_{t-1}, Y_{t-2}, ...

Dynamic programming recursion ; Denote by

$g_t(s)$ - the value of the optimal policy for the remainder of the planning horizon, when at stage t, the state variable has value s ;

$$t = 1, 2, \ldots, N.$$

We wish to find $g_1(0)$ and the policy which achieves it.

This may be accomplished by invoking the Dynamic Programming Principle of Optimality (see (4)) to obtain the following recursive relationship, which can then be solved by backwards iteration :

$$g_t(s) = \text{Maximum}_{Y_t \in (0,1)} \left[\rho(s, Y_t) + g_{t+1}(T(s, Y_t)) \right]$$

$$t=N, N-1, N-2, \ldots..3, 2, 1,$$

where

$$g_{n+1}(.) \equiv 0.$$

THE TWO-STAGE, BOOT-STRAPPING APPROXIMATION

The dynamic programming formulation previously discussed provides an exact solution to the general model, in which the entire sequence of harvesting decisions could be considered all in the same analysis. The two-stage boot-strapping model assumes that this is not necessary, instead looking only one day ahead at a time. The procedure is as follows : we start from day one of crop. We would have an estimate of the picking density in the field and can therefore compute the estimated revenue net of harvesting cost if the decision were taken to harvest on that day. If we look ahead one day however, we have an estimate for the picking density likely to be yellow-maturing for the first time on that day, which coupled with what whould stay over from the first day - if no harvesting were undertaken - would mean possibly higher picking density and consequently lower unit harvesting cost if harvesting is delayed. Against this however, would need to be weighed the loss of material (and therefore revenue) through over-ripening. With appropriate calculations, it is possible to decide whether net revenues from the first day's peas would be higher on the first day or the second, with appropriate implications for the harvesting decision on the first day. A similar analysis could be conducted on the second day, third day and so on each time looking ahead only one day at a time, down to the end of the cropping period. This is the two-stage, "boot-strapping" feature which suggested the term I have used for the procedure.

This procedure is of course not necessarily optimal, being only slightly less myopic than taking each day's decision independently of any other day. The theoretical short-coming of the two-stage boot-strapping technique lies in the fact that only two alternative harvesting days at a time are considered for each day's peas. It in effect assumes that if it is better to harvest today's peas today rather than tomorrow, it is also better to harvest them today rather that the day after tomorrow. As a practical matter, this is almost always the case, but one cannot be sure unless the possibility is explicitly considered. (The staying pattern exhibited by yellow-mature blackeye indicates that only 11% of peas remain yellow-mature into a third day, which means that in postponing a harvest until the day after tomorrow we would have to suffer an 89% revenue loss, which would hardly likely be recovered through reduced harvesting cost - hence the reason why the two-stage boot-strapping technique has yielded results identical to the dynamic programming technique).

It may also be remarked that since no peas have been observed to stay yellow-mature for as long as five days, that the general N-stage model could without loss of accuracy be converted into a series of 4-stage models. In other works, taking the optimum harvesting decision on any given day never requires one to look ahead more than four days, and as a practical matter, looking ahead only one day seems to be sufficient.

THE SWITCHING CURVE APPROXIMATION

If we accept the lesson of the last section that it is generally sufficient to look ahead only one day, and make the further assumptions :

(i) that the rate of yellow-maturing follows a uniform pattern ;
(ii) that fractional tasks can be paid a corresponding fractional task wage,

then we can construct a fairly simple programming device which I have called a switching curve. Basically the switching curve gives for any combination of selling price r and task wage T, as expressed in the ratio r/T, the level of picking density in pounds peas per acre above which daily picking is optiumum and below which every - other-day picking is optimum.

Denote by

Q - constant yellow-maturing rate in pounds peas per acre per day.

Net revenue per acre per day from daily harvesting would be given by

$$r.Q - Q/(P(Q).h) \quad . T$$

and net revenue per day from every-other-day harvesting would be given by

$$\frac{1}{2}\left[r.(Q + f_2.Q) - \{(Q + f_2.Q)/(P(Q + f_2.Q) \quad .h)\} \quad .T\right]$$

From these it follows that daily harvesting would be preferable to every-other-day harvesting if

$$r.Q - \{Q/P(Q).h)\} . T$$
$$> \frac{1}{2}\left[r.(Q + f_2.Q) - \{(Q + f_2.Q)/(P(Q + f_2.Q) \quad .h)\} \quad .T\right]$$

That is, if

$$r/T > \{1/(P(Q).h) - (1 + f_2)/(2.P(Q + f_2.Q) \quad .h)\}/(1 - f_2\}$$

Taking different values of Q, the critical value of r/T can be worked out and a switching curve plotted. Figure 6 gives the swiching curve in the case of f_2 = .67 (corresponding to the August, 1976 study), h = 6 and the harvesting productivity function P (.) is given by a straigh line with intercept 6.40 and slope .057, corresponding to Figure 4.

The applicability of this model is limited firstly by its assumption of a uniform yellow-maturing rate. In the case where picking density is below the critical point, suggesting every-other-day picking is optimal, but yellow-maturing rate is decreasing rather than constant as assumed, the switching curve model could lead to erroneous conclusions. It could at such time be optimum not to postpone harvest. This should be borne in mind especially towerds the end of crop. It is also conceivable, though unlikely, that the switching curve model could yield an erroneous conclusion in the case where predicted picking density is above the critical point, but yellow-maturing rate is increasing rather than constant as assumed. In that event, it is conveivable that the optimum decision could be to postpone the harvest to take advantage of the high picking density predicted for the following day. In both this eventuality and the one previously mentioned, a quick two-stage analysis should indicate the optimum course of action.

A second consideration limiting the applicability of this model is the assumption of continuity in harvesting cost, rather than say $10 increments corresponding to a task wage. The implication of this is that the model would be more nearly correct for larger acreage than smaller acreages. The reason for this quite simply is

that the larger the acreage, the greater the number of pickers (tasks) required to harvest it, and therefore the smaller the relative error involved in assuming continuity in harvesting cost rather than say, $10 increments. To illustrate, suppose that for a given level of picking density, a one-acre plot would require .4 of a task to harvest. At $10 per task, the continuity assumption would put harvesting cost at $4, when in actual fact cost would be $10, a task wage, with a relative error of 150 %. For an eleven-acre farm, 4.4 tasks would be required. The continuity assumption would put harvesting cost at $ 44 when in fact actual cost would be $50, for a relative error of 12% as compared with 50 % for a one-acre farm. It can therefore be seven that the continuity assumption is more appropriate for larger farms.

PART 3 - MODEL SIGNIFICANCE

In the previous part of the paper, models and solution techniques were developed to deal with the harvest programming problem. This part of the paper will deal with the significance of this modelling, dealing in turn with (i) recommended operational procedures, (ii) remarks on the usefulness of the approach, and (iii) limitations and possible extensions.

RECOMMENDED OPERATIONAL PROCEDURES

In the previous part of the paper, three alternative solution methods were presented for the general model, viz.

(i) via dynamic programming ;
(ii) via the two-stage boot-strapping technique ;
(iii) via the switching curve technique.

The three solutions are not all equally 'good. The dynamic programming solution solves the general model exacty, but requires use of a computer programme. The two-stage boot-strapping technique would solve the general model exactly if it were sufficient to consider only two days at a time ; however, there is in general no guarantee that this assumption could legitimately be made, although as a practical matter it seems to yield the same results as the exact solution. The computations are somewhat tedious, but could still be done by hand. Finally, the switching curve technique would solve the general model exactly only under the assumptions (i) that only two days need be considered at a time, (ii) that yellow-maturing rate is constant, and (iii) that harvesting cost is continuous. These three assumptions are not strictly valid, but they yield a method that is much simpler to use than either of the previous two. If used intelligently however, the switching curve technique should yield results that are good enough, and this is the technique recommended for general use.

The procedures therefore recommended for farmers to use in programming the harvest can be summarized as follows :

(i) Observe flowering pattern : Select a random sample of trees for observation, and observe the number of flowers per tree appearing each day of the crop. Convert to yellow-mature equivalent using average pod weight and an estimate of trees per acre.

(ii) Predict picking density : Using the observed flowering pattern, predict picking density of freshly-maturing blackeye using the prediction formula. A form useful for this purpose is exhibited in Figure 7.

(iii) Decide what days to harvest : Use switching curve to decide what days to harvest. If on any day predicted freshly yellow-maturing picking density is below the critical point for the appropriate combination of selling price and task cost, postpone the harvest to the next day, unless harvest had already been post-poned from the previous day ; if above the critical point, harvest on that day.

This procedure must be used however with some discretion ; see previous discussion (p.19) for the validity of the switching curve technique.) A form useful for this purpose is exhibited in Figure 8.

(iv) Determine the number of pickers required : First use stay pattern to calculate actual total picking density, depending on the harvesting sequence adopted. Then use Figure 4 to determine number of man-hours required per acre, and hence total number of pickers required.

REMARKS ON THE USEFULNESS OF THE APPROACH

It would have been nice to be able to report cost savings effected by the adoption of the approach reported in this paper. However, this is not possible since the approach was developed to deal with what is in effect a new product for which no prior history of harvesting operations exists. Nevertheless a few remarks coulb be made regarding the usefulness of the approach adopted.

Deciding what days to harvest

With respect to the problem of deciding what days to harvest the alternative approach that was initially adopted was entirely experimental. The idea was to try various harvesting frequencies on various experimental plots, and choose the one for which results were best. This approach has simplicity to recommend it, but we found in the end its short-comings to be too great.

Firstly, this approach is limited in that as a practical matter, it could evaluate only fixed-frequency harvesting schedules. This does not take into account the practical possibility that the optimum harvesting 'frequency' could change over the life of the crop.

Secondly, this approach forces us to pre-select a number of harvesting frequencies we think worthy of evaluating. If the true optimum frequency is not included in our pre-selected set of alternatives, than it would never be evaluated and hence never used. For example, in our initial experiments, we considered harvesting frequencies of 1x7 (one harvest every 7 days), 1x5, 3x8 and 3x7. It is noteworthy that subsequently observed staying pattern indicates quite clearly that 1x7 and 1x5 frequencies are entirely out of the question, and that 1x1 and 1x2 harvesting are in fact the major contenders. So that experimental effort was wasted on two alternatives (1x7 and 1x5) and the two major contenders (1x1 and 1x2) were never considered! It is also noteworthy to make the calculation that if there are 20 possible harvesting days there are 2^{20} possible harvesting schedules altogether, which figure is in the order of 1 million, as compared with four pre-selected, fixed-frequency alternatives.

Thirdly, the simple-minded approach initially considered is extremely resource-consuming by comparison with the approach subsequently adopted. It is far less resource-consuming to obtain data on flowering pattern, maturation pattern, staying and abortion rate, than to carry out a replicated experiment involving a harvesting operation carried out several different ways. In this connection, it is noteworthy that this was a factor militating against the pre-selection of the 1x1 and 1x2 harvesting frequency alternatives - they would have taken too much in the way of experimental resources.

Determination of number of pickers

Remarks on methodology so far have dealt entirely with the determination of optimum harvesting schedules. A second aspect of the work reported in this paper concerns the determination of the number of pickers required on any given day of harvesting. In the absence of a reliable estimate of picking density it is difficult to estimate the number of pickers required to harvest a given acreage, or the

size of task that should be set. I would imagine that very experienced farm operators could "eyeball" a field and make relatively good guesses for the size of task to set and the number of pickers to assign to a field. The "eyeball" method has not however worked so well with blackeye, even with an experienced farm operator. What was observed during the harvest of a semi-commercial 5-acre plot planted September 1975 was that at the beginning of the harvest when picking density was low, an unrealistically high task was set, and too many pickers were employed, and then later on correcting for the initial mis-calculation, tasks and pickers were revised downwards, just at the time when an increasing picking density would have indicated the opposite. Until therefore I come across an operator who can prove the contrary, I would not recommend the "eyeball" method as the way to determine picker requirements. A part from its inaccuracies, it has the further disadvantage that "eyeballing" must be done on the day of harvest itself, which could be too late to make arrangements for the workers required For these reasons, I think the prediction model, coupled with the empirical curve relating harvesting productivity to picking density, should prove quite useful, regardless of the precise methods employed to come up with the harvesting schedule itself.

LIMITATIONS AND POSSIBLE EXTENSIONS

On the debit side of things, the usefulness of the approach is limited most importantly, by uncertainty. Error in the prediction model could arise from any of three sources, viz :

(i) error in estimation of abortion rate ;
(ii) error in estimation of maturation pattern ;
(iii) error in estimation of flowering pattern (yellow-mature equivalent).

error in the decision model could arise from

(i) error in estimation of staying pattern ;
(ii) error in estimation of the relationship between ; harvesting productivity and picking density.

I have not carried out a formal error analysis, but indications are that of all sources of error, abortion rate will remain the single most significant source of error, in view of the fact figures as disparate as 3.4 per cent and 42 per cent have been observed in two separate studies. Flowering pattern is to be observed separately each application, and a large enough tree sample in each case should minimize error. The other three sources of error - maturation pattern, staying pattern, and harvesting productivity - do not seem as inherently variable as say abortion rate. In two studies, maturation pattern showed little variation from one to the next. Staying pattern showed more variation but nothing alarming. Our best estimate for the relationship between harvesting productivity and picking density is so far just a straight line based on four points of data observed during a semi-commercial 5-acre harvest from a september 1975 planting. Further studies during the 1977 wet season are now underway, and include for the first time a variety of different farms. These studies should shed more light on the inherent variability to expect in the parameters discussed.

Some extensions of the general model are possible. Among these are :

(i) Uncertainty : the impact of uncertainty in the estimation of the parameters could be explicitly considered. To a large extent however, this would only be fruitful after more studies have been undertaken to establish the likely variability in the parameters ;

(ii) Revenue function : the revenue function is a simple linear one that assumes thall all product is sold at the same price. In the more general case, it is possible that a crop could be harvested at various stages of maturity, each stage

fetching a different price. A dynamic programming method of solution could handle this extension with little extra difficulty.

(iii) Harvesting productivity function : So far a straight-line function has been fitted. More empirical data might permit a more complex specification, but this too could readily be handled by a dynamic programming solution.

(iv) Objective function : The objective that has been assumed in the general model, is "maximize revenues net of harvesting cost". This is appropriate if the grower is separate from the processor. If they are one and the same, however, the objective should be changed to : "maximize revenues net of harvesting and subsequent costs through to processing", and revenues then refer to sale of processed product rather than fresh product.

CONCLUSION

I have in this paper reported on a model developed at CARIRI to assist in programming the harvest of wet-season, yellow-mature blackeye peas. Emphasis has been on the approach adopted, and the modelling devices which have been used. However I have reported empirical data obtained from studies so far undertaken, which are being used to implement the models in our 1977 Wet Season Blackeye Programme. These empirical data are by no means definitive. Indeed, it would only be with the undertaking of more experiments, performed under different agroclimatic and other conditions that a more complete picture of the inherent variability in the parameters would begin to emerge. In spite of these limitations, I have been encouraged to report on the work so far done. I hope that in responding to this encouragement that my judgement was not ill-founded, and that I have succeeded in bringing together into a coherent framework the major considerations affecting the harvesting of wet-season yellow-mature blackeye.

ACKNOWLEDGEMENTS

I have benefitted throughout the execution of the work on which this report is based, from comments, criticisms and discussion with the other members of the project team. These were Mrs. SHIRLEY SEARL and Mr. Edwin Skinner of CARIRI, and Dr. Richard Braithwaite and Mr. John Cropper of the University of the West Indies. I am grateful also to Mrs. Joan Sanchez of CARDI, who assisted in some statistical design work, to Messrs. Harriram and Mayers who diligently performed the field work giving rise to the empirical data reported, and to Mr. Gonzales and staff of the Texaco Food Crops Farm who grew the peas. Also, I am thankful to Mrs. Joycelyn Campbell who did a good job of typing, and good-naturedly endured the time-pressure under which she was put, and to Miss Paula Gilkes and Miss Jackie Hazlewood who helped with the figures. Finally, a debt of acknowledgement is due the Trinidad and Tobago Ministry of Planning and Development which financed the project on which this is based, and to CARIRI which provided the working facilities.

Addendum[1] A frequency of 3x7 which was considered is close to a 1x2, excepting that a 3x7 schedule would exclude week-end harvesting - this could be a practical necessity, but without a comparison against 1x2 harvesting, one could not evaluate the cost or profit implications of foregoing week-end harvesting.

FIG. 1 FLOWERING PATTERN - NUMBER OF PODS OBSERVED ON 72 PRE-SELECTED TREES - TOTAL BY DAY (AUGUST 1976 PLANTING)

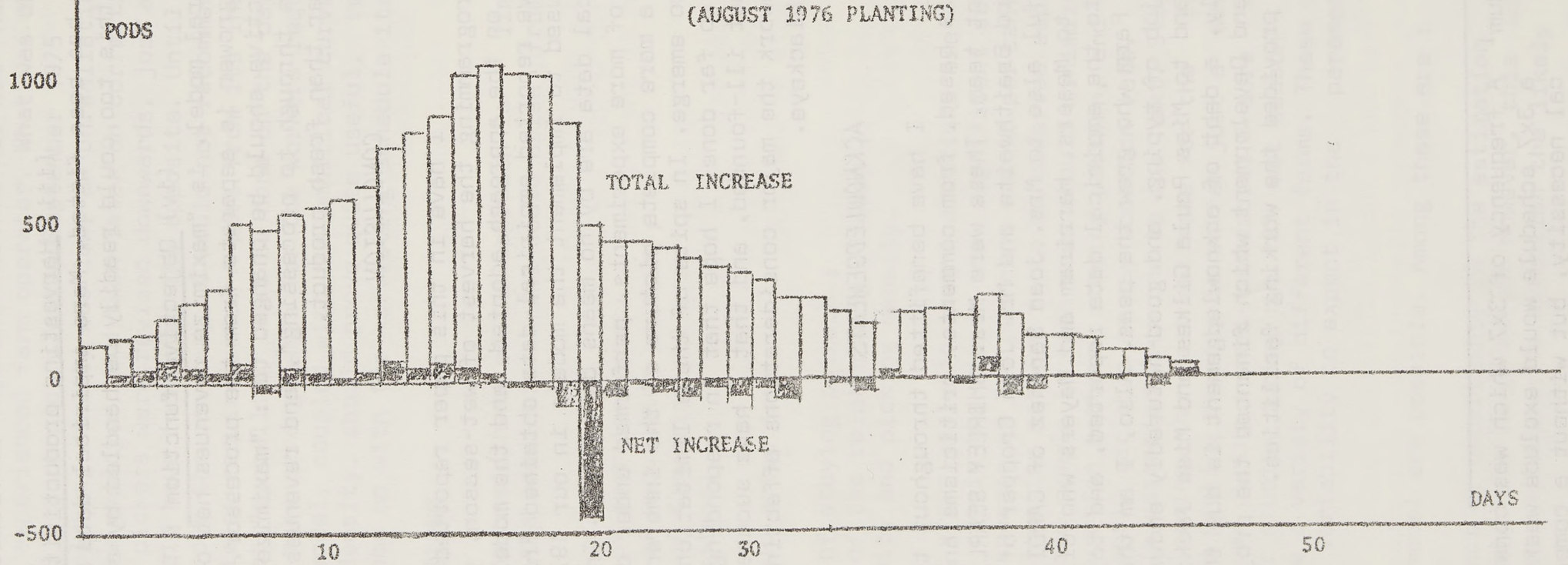


FIG 2a - MATURATION PATTERN (August 1976 Planting)

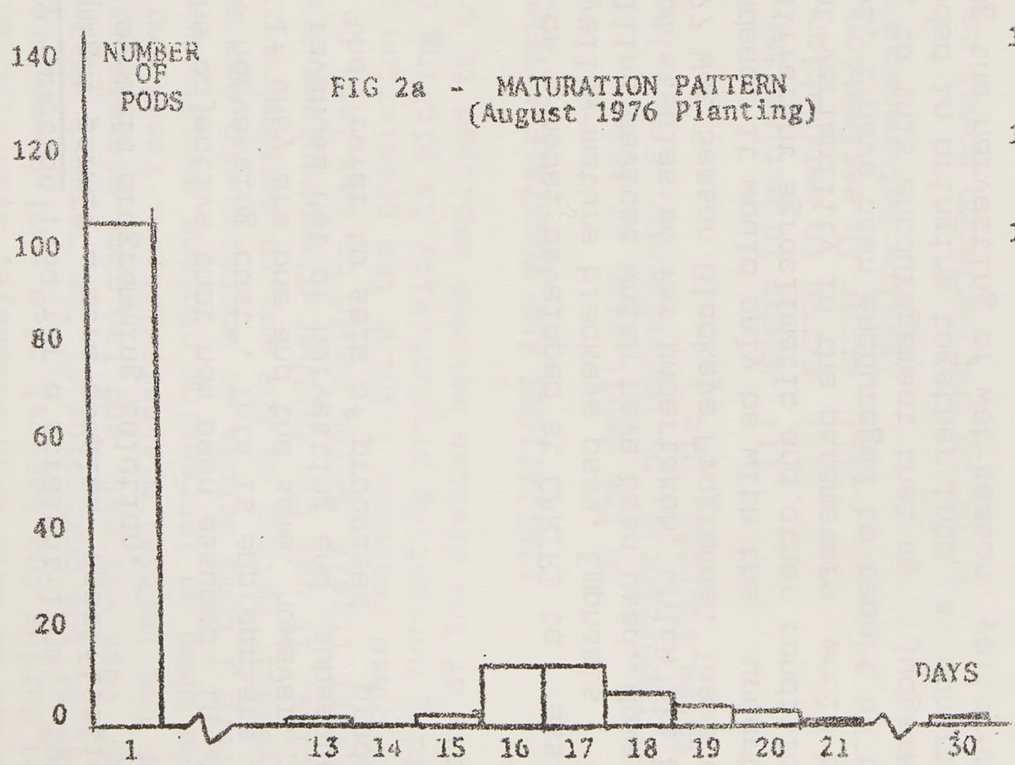
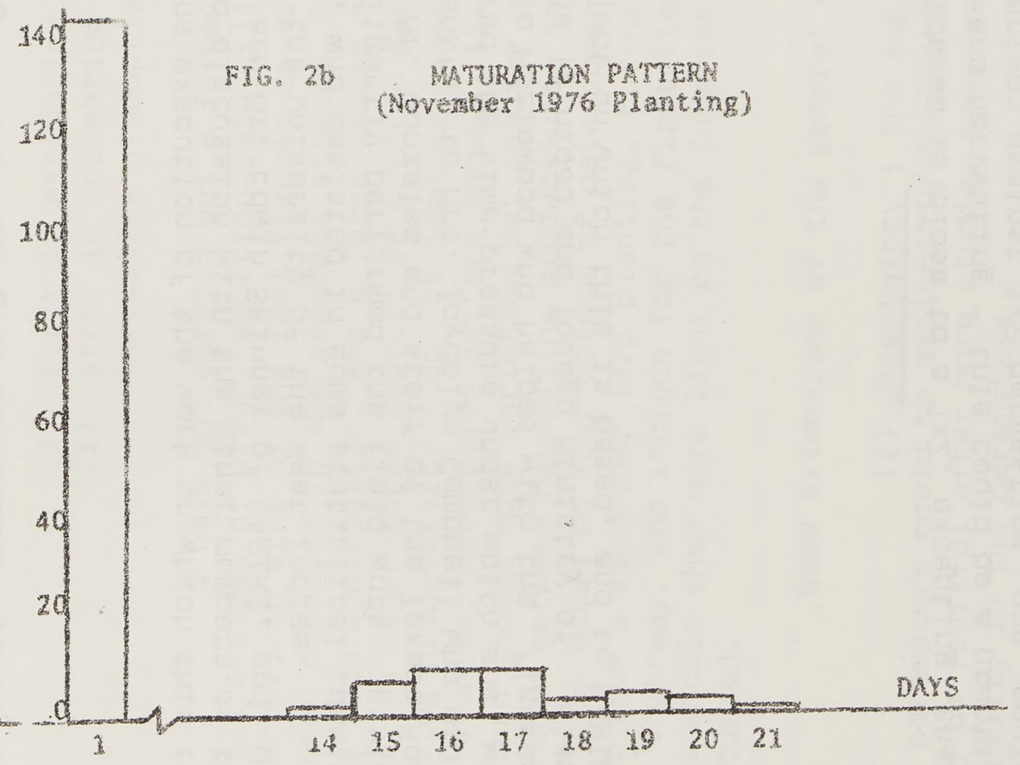


FIG. 2b MATURATION PATTERN (November 1976 Planting)



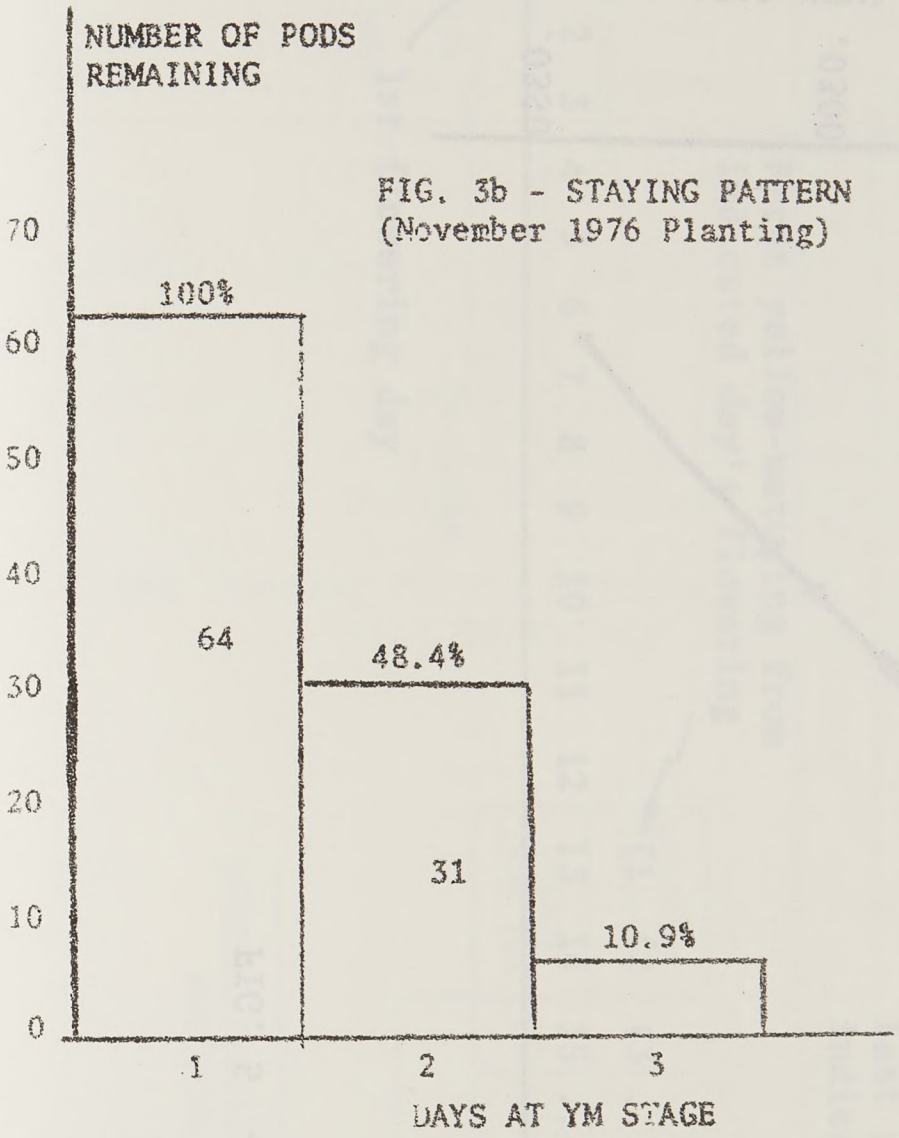


FIG. 3b - STAYING PATTERN
(November 1976 Planting)

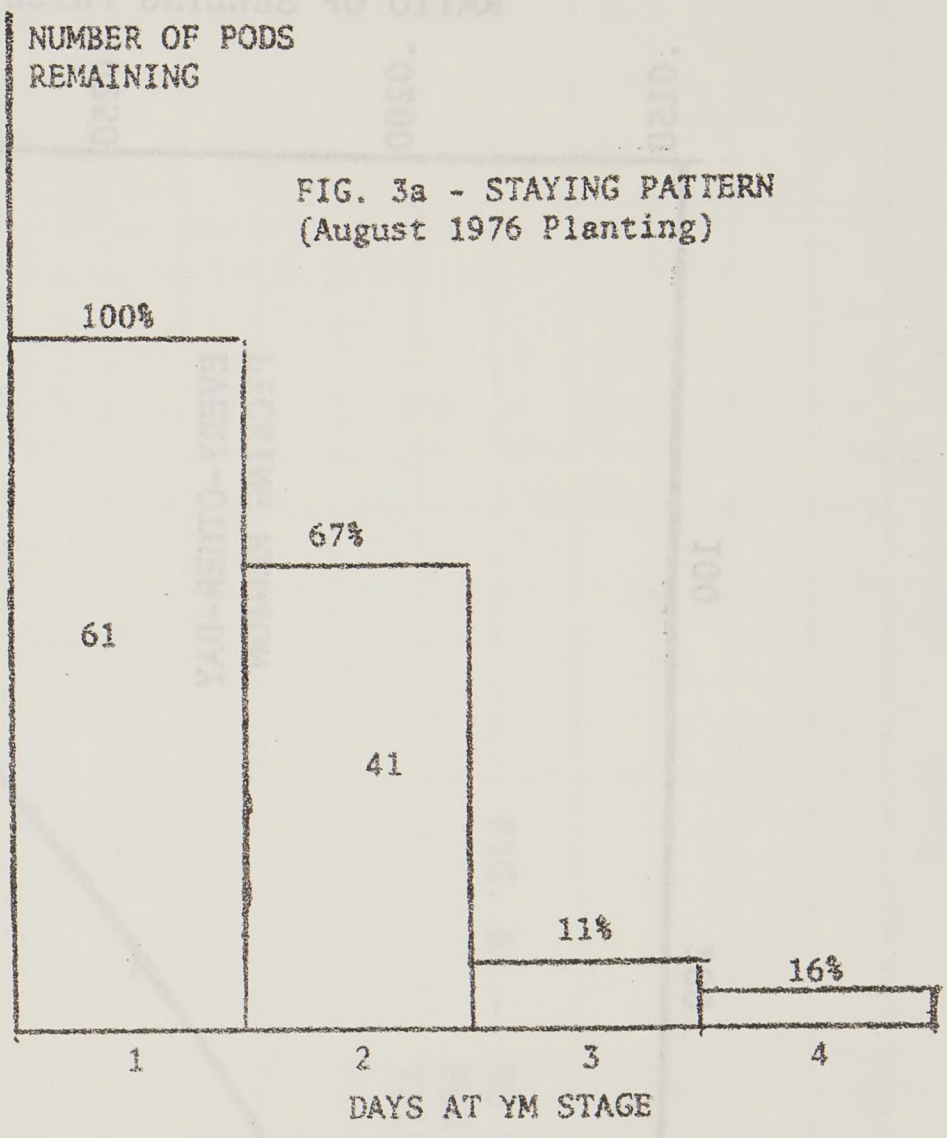


FIG. 3a - STAYING PATTERN
(August 1976 Planting)

FIGURE 4

HARVESTING PRODUCTIVITY VS HARVESTING DENSITY

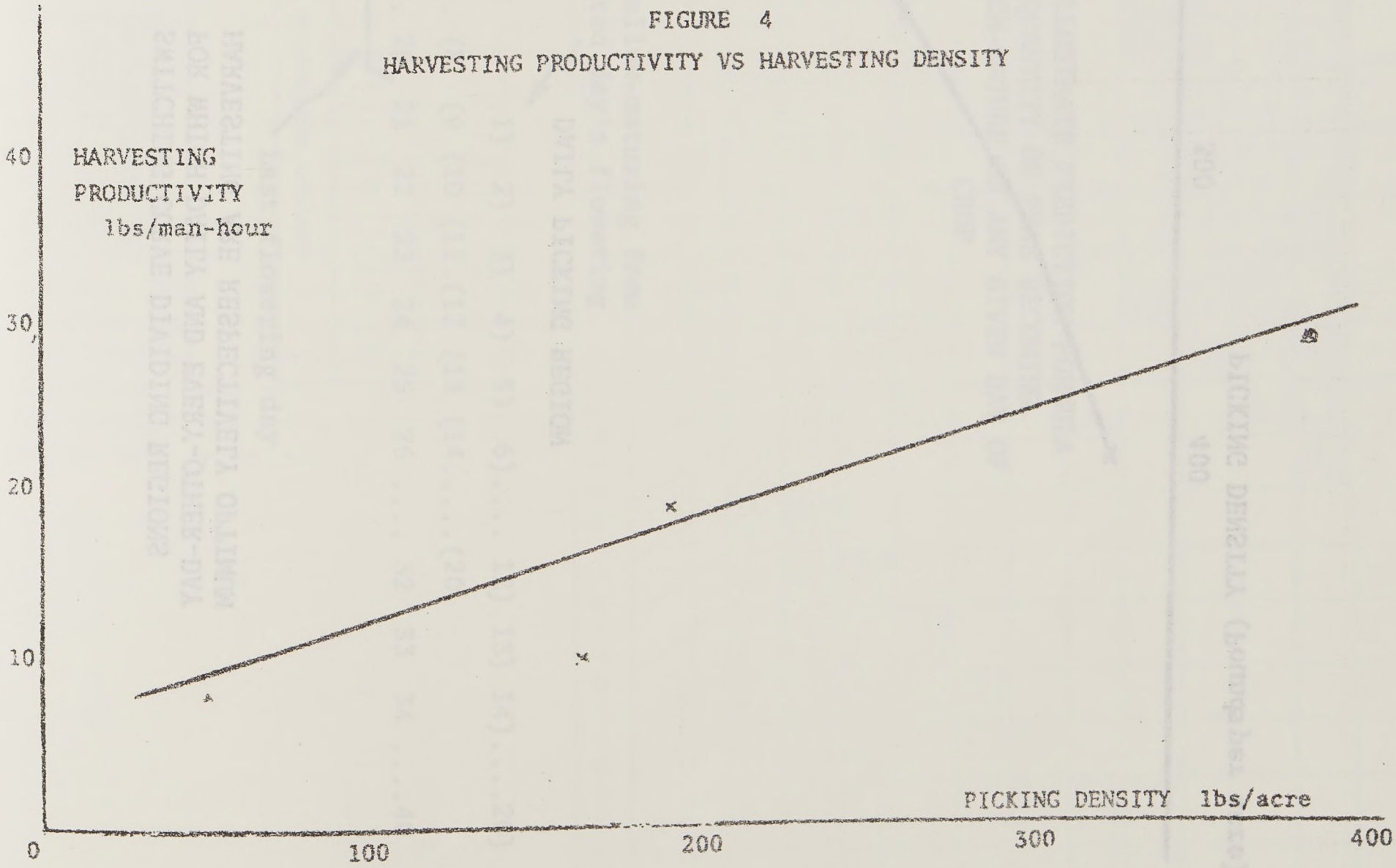


FIG. 5 - SWITCHING CURVE DIVIDING REGIONS FOR WHICH DAILY AND EVERY-OTHER-DAY HARVESTING ARE RESPECTIVELY OPTIMUM

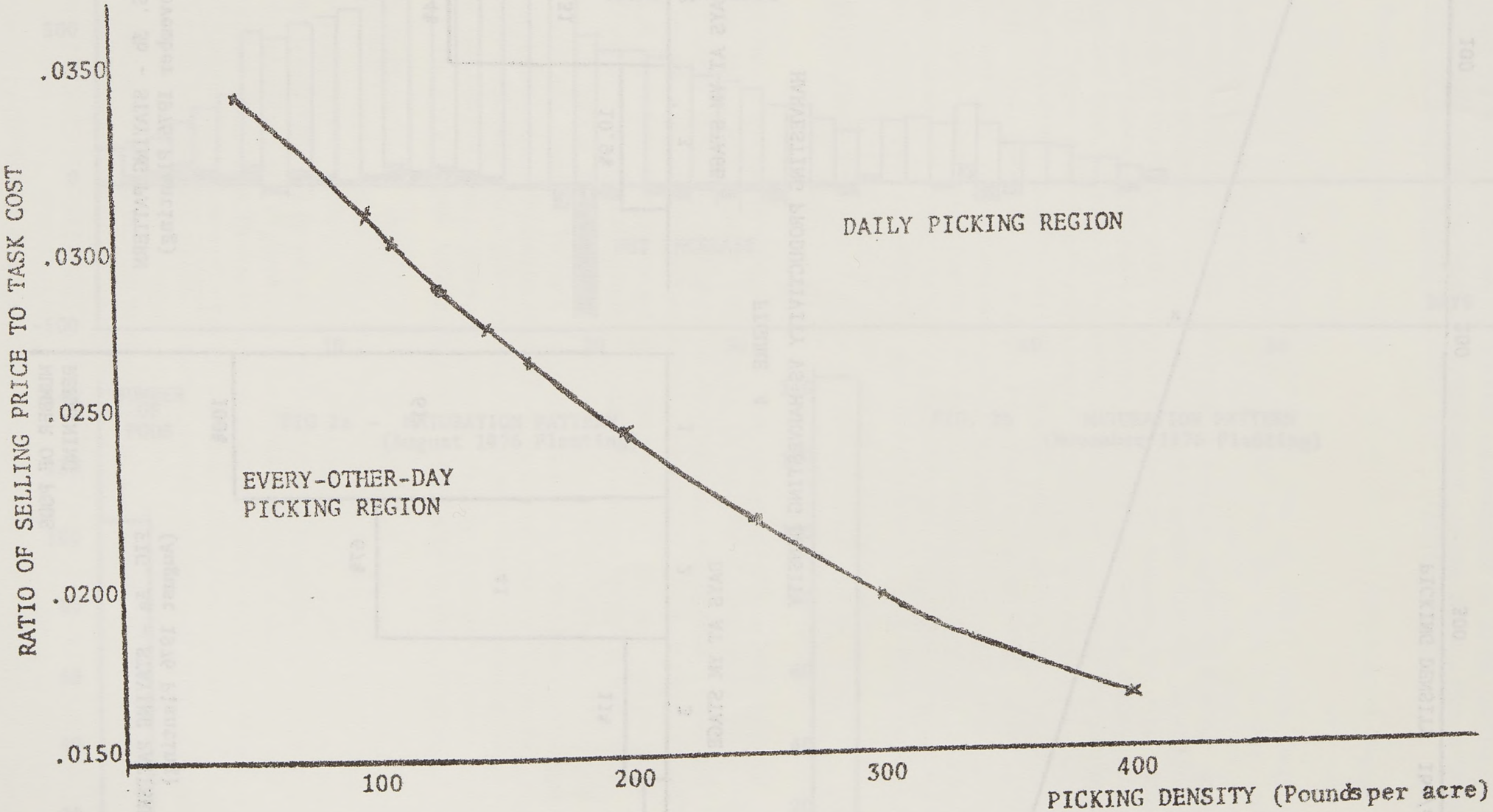


FIG. 6 - TO ILLUSTRATE PREDICTION FORMULA FOR QUANTITY OF PEAS BECOMING YELLOW-MATURE ON ANY GIVEN DAY OF CROP

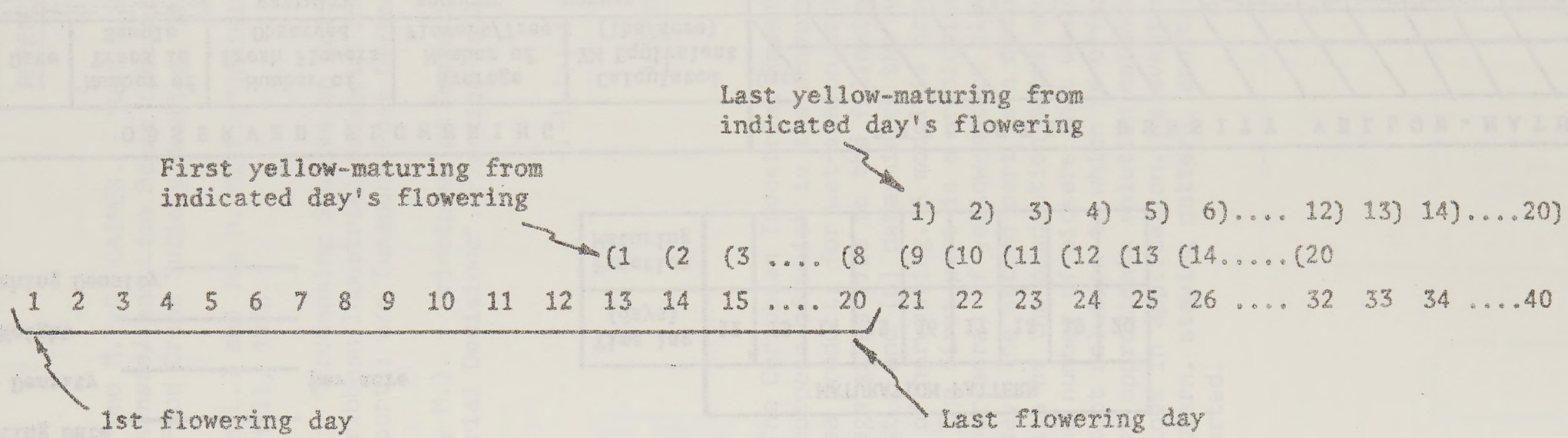


FIGURE 7

WORKSHEET FOR PREDICTION OF
PICKING DENSITY OF YELLOW-MATURE BLACKEYE

Planting Date _____

Tree Density _____ per acre

Pod Weight _____

Switching Density _____

	MATURATION PATTERN								
Time lag (days)	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Fraction Maturing									

OBSERVED FLOWERING						PREDICTED DENSITY YELLOW-MATURING
Day	Date	Number of Trees in Sample	Number of Fresh Flowers Observed	Average Number of Flowers/Tree	Calculated YM Equivalent (lbs/acre)	Date / Day
			ESTIMATE	BROUGHT	FORWARD	
			TOTAL	PICKING	DENSITY	TO BE CARRIED FORWARD

REFERENCES

CARR (T.W.A.) and M.T.C. CAINES. - "Wet season trials with Southern Peas (*Vigna sinensis)* and Lima Beans *(Phaseolus Lunatus)*", Proceedings, 7th Caribbean Food Crops Society Meeting, Trinidad, 1969.

KUESTER (James L.) and Joe H. MIZE, "Optimization techniques with FORTRAN", McGraw Hill, 1973.

SEARL (S.E.). - "Processing Studies on California N° 5 Variety of Blackeye Peas", Caribbean Industrial Research Institute, Project E-PBP-73-34-1, Final Report : c/o Tunapuna Post Office, Trinidad, W.I., 15/8/75.

WAGNER (Harvey M.). - Principles of Operations Research with Applications to Managerial Decisions", Prentice-Hall, 1969.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

ABSTRACT

The Caribbean Industrial Research Institute (CARIRI) has been engaged in a study, the purpose of which is the commercial introduction of a canned yellow-mature blackeye pea product, for wet-season production. The necessity to harvest at yellow-mature stage gives rise to the following harvest programming problem : (a) what days to harvest : and (b) determining the number of pickers that would be required on any given day of harvesting. A model is proposed to resolve this problem. It consists of two parts. The first part is a prediction model which attempts to predict the quantity (pounds per acre) of yellow-mature blackeye that would be available for picking on any given day. The second part is a decision model which takes as one of its inputs the results of the prediction model and recommends to the farmer what days to harvest and the number of pickers that would be required. A general model is constructed, an exact solution to which is offered by the method of dynamic programming. Two simpler but approximate solution methods are also described which should be more practical devices in application. Relevant concepts are defined - flowering pattern, maturation pattern, staying pattern, abortion rate, etc. and observed empirical results are reported.

FIGURE 8

WORKSHEET FOR PROGRAMMING

THE HARVEST OF YELLOW-MATURE BLACKEYE

Planting Date: _____

Acreage Planted: _____

	Total Brought Forward

		PLANNED									ACTUAL		
		Predicted Picking Density					Harvesting Decision	Task Size	Tasks per Acre	Total Tasks	Total Pickers	Total Pounds Picked	Picking Density
Day	Date	Fresh	1-day	2-day	3-day	Total							
STAYING PATTERN		100%									GRAND TOTAL		

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 608-614, 1977.

BREEDING FOR YEAR ROUND PRODUCTION IN PIGEON PEAS

R.P. ARIYANAYAGAM (°)

INTRODUCTION

Pigeon pea germplasm is generally day length sensitive and requires 5 to 9 months to produce a crop when planted during the longer days of the year. A cropping system in which the life cycle of pigeon pea could be considerably reduced has been advocated by Spence and Williams (1972). Although useful, the system being centered around short days lacks the flexibility necessary for unrestricted rotational farming. Furthermore, its usefulness as a means of extending the period of productivity is limited to no more than a couple of months.

Significant increases in fresh pea production may be achieved by curtailing the life span of the crop and by eliminating day length requirements for floral induction. The former would enhance production per unit of time and permit two or more crops to be taken where only one was possible previously. The latter would not only favour flexible cropping systems but also spread production year round.

In this paper, the screening procedure for day neutrality and the methods adopted in breeding cultivars capable of year round production are discussed.

MATERIALS AND METHODS

In January, 1974 (short days), 68 cultivars selected from the major pigeon pea producing areas of India, together with 43 obtained from Institute of International Tropical Agriculture - Nigeria, University of the West Indies and Sudan were planted at the U.W.I. Field Station, Trinidad, with the view to (a) screening for flowering responses to day length (b) initiate breeding schemes with suitable photoinsensitive material. Three rows of each cultivar, 8 meters in length, were planted at inter and intra row spacings of 75 cms.

The growth of the germplasm varied from 75 to 90 cm high for determinate forms to 300 to 375 cm for indeterminates. Flowering occurred in 60 to 320 days from the sowing date. In general, cultivars originating from India and Africa bore small-seeded pods whereas those of West Indian origin produced large pods and seeds.

Cultivars that flowered in less than 90 days from sowing were tentatively selected as possible gene sources for year round production. These were crossed to the day length sensitive but large-seeded West Indian germplasm, which having been planting in July of the previous year, were in bloom at that time. approximately 3,500 crosses among 17 parents were attempted but only 3 % succeeded.

In May, 1974 (long days), the parents, together with the F1 progeny, were planted to assess flowering response to long days. In all instances, flowering was delayed. In order to reduce between season variability to a minimum, only the parents in which the difference between seasons was less than 21 days were finally selected.

The f1 progeny of these parents which were in bloom at that time, were then subjected to two breeding procedures :
(a) Modified Diallel Selective Mating on the lines outlined by Jensen (1970) and (b) Pedigree Selection, Allard (1960).

(°) Department of Biological Sciences, Faculty of Agriculture, The University of the West Indies, St Augustine, Trinidad, West Indies.

(a) Modified Diallel Selective Mating

Nine F1 single cross parents and a cultivar were mated in a dialled excluding reciprocals. The resulting double and 3-way crosses were planted in January, 1975, selected for earliness and profuseness of flowering, then mated in a partial diallel. The F1 progeny of these combinations consisting of either 7 or 8 parents were selected for profuse flowering in less than 90 days.

The F2 population was divided into 3 groups. Those flowering under 75 days, between 75 to 90 days and a third group in which days to flowering exceeded 90 days. These 3 groups have from then on been advanced by mass selection for days to flowering and profuseness of blooming. The data presented in this paper is concerned with the first group.

(b) Pedigree Selection

Pedigree selection was done in about 60 crosses each consisting of 1 parent exhibiting early, profuse flowering and comparable vegetative growth year round.

RESULTS AND DISCUSSION

1. Selection of Parents

The mean number of days from sowing to flowering for a cross section of the germplasm screened is shown in Table 1. The data for the short day crop clearly showed that *Cajanus*, contrary to the common belief, is not a qualitative short day species.

Based on the flowering responses in the January planting, the cultivars observed may be classified into four groups :

1.1. Flowering during March (lengthening days) : cultivars 1, 13, 34, 21 etc... are representatives of this group where flowering is essentially early.

1.2. Flowering during April - May (lengthening days) : The codes 1, 20, 17, and 8 belong to this group. Here, flowering is sparce and erratic.

1.3. Flowering during August (shortening days) : cultivar 14

1.4. Flowering after the advent of short days (October - November : Cultivar 47.

The early material in group one, which, from the point of the breeding objective appeared most promising when planted in May (long days) flowered before the onset of short days, indicating genetic potential for year round production of the crop. In contrast, Code 1, only after being induced by short days, flowered approximately 1 1/2 to 2 months later in 137 days.

The apparently day neutral response of the early material, however, was associated with 3 features likely to affect the agronomical and economical aspects of year round production. Firstly, vegetative vigour was noticeably reduced in the short day crop as compared to that of the long day and varietal differences for vigour were present. High variability in a cultivar between seasons would mean differing cultural practices for the two seasons which the farmers may not accept readily. Secondly, the number of days to flower for the two seasons differed widely, it being often delayed in the long day crop. The difference exceeded a month for Cultivar No. 34. The longer the time required to flower, greater would be the vegetative growth and hence cultural operations between seasons would have to be varied. Thirdly, the intensity of flowering which is directly related to productivity varied between seasons and cultivars. The long season crop flowered scantily.

Cultivar origin	Mean number of days to flower (Lat. 11.17)	
	January planting (S.D.)	May Planting (L.D.)
1 India	67	85
13 India	70	90
61 India	62	80
89 I.I.T.A. (Nigeria)	69	91
45 Puerto-Rico	63	81
38 I.I.T.A. (Nigéria)	69	90
34 India	59	90
21 India	63	94
14 India	194	-
47 India	290	-
Code 17 W.I.	81	-
Code 8 W.I.	89	-
Code 20 W.I.	80	-
Code 1 W.I.	84	137

Table 1. Mean number of days from sowing to flowering in short and long days.

Hence, while selecting parents or progenies, between seasonal difference for flowering was restricted to 21 days. Further, high selection pressure was exercised for vegetative vigour during short days while profuseness of flowering was the main factor selected for during the long days.

2. Diallel Selective Mating

The mean number of days to flower and the range of flowering for consecutive generations of few cross combinations of the diallel selective mating planted both during short and long days are shown in Table 2. The pedigree of each combination includes approximately 50 % of West Indian germplasm which as seen from Table 1, flowers during long days considerably later than the germplasm of other origin. The F1 progeny, however, due probably to selection for earliness and the recurrent crossing with combinations consisting of insensitive parents, was relatively early-flowering. The West Indian parents, if planted in July, would have required over 125 days for floral induction.

The flowering range for the F2 generation, despite repeated selection for earliness, was wide. In crosses 1, 5, 6, 7, 10, 11 and 12 the higher values were considerably higher than those normally required by West Indian parents to flower under similar planting conditions. The wide range observed could probably be attributed to the enhanced recombination options provided by the larger gene pool introduced through combining several parents.

The ranges for the third and fourth generations were considerably narrow an account of selection for genotypes flowering in less than 75 days. Further, the ranges for the F3 and F4 generations did not vary much between seasons. In particular, the F4 generation in both seasons showed comparable ranges in most instances, indicating that the selection procedure for seasonal variation was effective. The population means shown in brackets confirm the above assessment.

The mating system, in addition, created large variability for traits such as number of days to flower, growth habit, corolla colour, size of pods and peas, branching, leaf size and pigmentation. Although one of the objectives of the system is to break tight linkages and enhance recombination between linked genes, in this instance, the association between early, profuse flowering and small pods was not appreciably affected. Consequently, only medium sized or short broad pods have been recovered with profusely flowering day neutral genes. Such pods fortunately contain large, green peas. Pod size probably could be improved after genes for profuse, early flowering and narrow seasonal variability are fixed.

PEDIGREE METHOD

The basis of pedigree selection was slightly different from the former method. The between season variation for flowering was restricted not to exceed 15 days. In addition, variation for anthesis within the plant was allowed a maximum of 10 days. Selection for these two parameters was anticipated to generate uniform maturity of the crop. Profuseness of flowering as in the previous method was also taken into consideration.

It is evident from Table 3 that selection for between season variability was very effective. Comparison of the F3 and F6 data further indicates that the selection for earliness was successful.

The extent of variability for earliness as well as other traits, however, was not as large as those produced by the former method. Of 100 single crosses studied only the ones listed in Table 3, showed comparable days to flower in both short and long days, whereas among the diallel combinations, a higher proportion demonstrated the trait. Within crosses, too, the variability was greater for the diallel mating system.

Pedigree		Range and mean number of days to flower from			
	9/7/75	19/1/76	9/7/76	11/1/77	16/3/77
	F1	F2	F3	F4	
1. 45(1x1)(13x8)(61x17)	89	52- 97 (72)°°	68-82 (75)	66-77 (73)	66-74 (70)
2. (1x1)(48x1)(1x13)(89x1)	85	63- 82 (68)	66-80 (73)	66-74 (70)	60-72 (66)
3. 45(1x1)(1x1)(89x1)	78	59-111 (69)	63-82 (74)	60-78 (69)	58-80 (64)
4. 45(1x1)(13x8)(61x17)	81	67- 79 (67)	61-71 (65)	64-76 (70)	56-84 (70)
5. (1x1)(43x1)(1x1)(89x1)	89	72- 98 (76)	65-75 (70)	66-80 (73)	- -
6. (1x1)(61x17)45(1x1)	80	56-102 (68)	63-83 (74)	62-78 (70)	68-80 (74)
7. 45(1x1)(88x8)(89x1)	90	64- 93 (72)	71-73 (72)	71-91 (81)	64-83 (74)
8. (1x1)(61x17)(1x1)(89x1)	87	59- 78 (67)	73-83 (78)	66-70 (68)	68-76 (72)
9. 45(1x1)(13x8)(61x17)	85	66- 87 (72)	67-82 (75)	66-82 (72)	66-80 (73)
10. (1x1)(48x1)45(1x1)	87	72-106 (75)	68-89 (79)	59-83 (71)	65-80 (73)
11. (1x1)(48x1)(1x1)(61x17)	82	73- 99 (75)	59-80 (70)	63-77 (70)	63-85 (74)
12. (1x1)(61x17)(1x1)(89x1)	83	73- 92 (75)	58-70 (64)	58-73 (66)	66-80 (73)
13. 45(1x17)(13x3)(61x17)	81	58- 80 (71)	70-74 (72)	65-75 (70)	64-83 (74)

Table 2. Mean number of days from sowing to flowering in successive generations of diallel combination of crosses

The within plant variability for anthesis appears to be influenced by environmental factors to a greater extent than the other two traits. All crosses took more than 10 days to bloom completely in both seasons except those marked with asteriks in which during short days complete opening of flowers occured in less than 10 days. This character is influenced by differences in branching patterns between seasons, vegetative vigour of the plants and probably soil fertility and moisture status of the soil.

Selection for profuseness of flowering was effective, but as indicated earlier, the combination of day neutral character and profuseness were associated with medium to short, broad pods.

Workable homozygosity was reached in few pedigrees of 1x88 and 5x20 as early as the F3 selfed generation. These pedigrees, besides flowering profusely, bore peas and pods of acceptable dimensions.

Table 4 shows the number of days from sowing to 50 % flowering of 1x88 (UW17) for each month of the year except April. December to March plantings where, the earliest to flower whereas June was the latest. However, the difference between the earliest to the latest was only 20 days. ICRISAT considers any cultivar reactive to day length and or temperature only if its juvenile phase differs by more than 30 days. By this criterion. UW17 is day neutral in Trinidad.

Table 3 - Mean number of days from sowing to flowering in successive pedigree generations.

Cross	Mean days to flower from			
	31/7/75	31/1/76	6/8/76	16/3/77
	F^3	F^4	F^5	F^6
1x88-3	70	58	60	59
1x88-10	71	69	63	58
13x20-1	72	62	67	62
5x20-10	73	69	68	62
1x16-6	75	64	66	59
61x17-9	73	62	66	59
8x88-10	75	62	67	60

SUMMARY

Evaluation of floral induction during short and long day conditions of Trinidad indicated that none among 101 cultivars tested was day neutral. Variability for sowing to induction period was very wide. The variability could be classified into 4 broad categories of which one produced flowers in both long and short days. In this category, intensity of flowering, vegetative vigour and the difference between seasons for induction, differed considerably. Therefore, these factors were given attention while selecting parents and breeding progenies.

A modified diallel selective mating system and the pedigree method were undertaken to breed for year round cropping. Both methods effectively combined the traits necessary for such cropping. The former method, however, generated greater extent of variability for quantitative traits.

Apparent homozygosity was reached in a few pedigree progenies in the F3 generation. The flowering response of one of these indicated that year round production of peas is possible.

REFERENCES

Allard, R.W. (1960). Principles of Plant Breeding. John Wiley & Sons Inc. 1 - 485.

Jensan, N.F. (1970). A Diallel Selective Mating System for Cereal Breeding. Crop Sci. 10 : 629 - 36.

Spence, J.A. and Williams, S.J.A. (1972). Use of Photoperiod Response to Change Plant Design. Crop Sci. 12 : 121 - 22.

Month	Days
June	85
July	76
August	79
September	80
October	72
November	70
December	69
January	65
February	66
March	69
April	-
May	-

Table 4. Mean number of days from sowing to flower in monthly plantings of UW 17

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 615-621, 1977.

DEVELOPPEMENT DE L'AUBERGINE AUX ANTILLES FRANCAISES : APPLICATION DES RESULTATS DE LA RECHERCHE

P. DALY(°) - F. KAAN(°°) - M. SOITOUT(°)

I - INTRODUCTION

La culture de l'aubergine aux Antilles françaises est née de la nécessité de diversifier les productions agricoles par des cultures complémentaires aux deux principales cultures :

- la canne à sucre et la banane.

Les pouvoirs publics se sont tournés vers les cultures légumières et fruitières car elles pouvaient répondre à deux exigences économiques :

- revenu brut à l'hectare le plus élevé possible
- forte utilisation d'unités-travail à l'hectare.

En culture fruitière l'avocat a vite trouvé sa place. Il ne nous incombe pas ici de développer les causes de son extension mais les liaisons I.R.F.A. - producteurs, en Martinique, sont certainement parmi les plus importantes.

En cultures légumières l'aubergine s'est rapidement imposée car :

- Il existait un débouché non négligeable en Europe et principalement en Métropole en contre saison (Octobre à Juin) (rapport du Secrétariat d'Etat aux affaires étrangères : Possibilités offertes par le Marché Européen aux productions légumières des pays d'Afrique au Sud du Sahara. B.D.P.A. - C.E.R.U. - 1970).

- Cette plante d'origine tropicale (sous-continent indien) était parfaitement adaptée aux conditions des Iles (il existe depuis fort longtemps une production locale à base de variétés à épiderme non coloré).

II - LE DEMARRAGE : HISTORIQUE

C'est en Martinique qu'eurent lieu les premières cultures (région de Saint-Pierre dans le Nord Caraïbe) en 1965.

Dès l'origine les pouvoirs publics favorisèrent la création d'un groupement de planteurs : groupement reconnu, ayant pris la forme juridique de S.I.C.A. Les instituts de recherches furent intéressés dès les premiers jours : mission I.N.R.A. - I.R.A.T. de 1965, caution technique I.R.A.T. à la mise en place de la structure collective dénommée - S.I.C.A.M.A.

En Guadeloupe la création de la S.I.C.A.F. fut plus tardive : Août 1969 ;

(°) I.R.A.T. Martinique B.P. 427 - FORT-DE-FRANCE 97204.

(°°) Station d'Amélioration des Plantes - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - PETIT-BOURG (Guadeloupe)

son enregistrement au Ministère de l'Agriculture remontait au 7 Avril 1972.

En Martinique les premières aides de l'I.R.A.T. se portèrent principalement sur la fourniture des plants d'aubergine, l'institut prenant en charge l'installation de la pépinière la première année, puis apportant son coucours les années qui suivirent.

En Guadeloupe ce rôle de soutien fut plus important à l'origine car dès fin 1968 un Ingénieur I.R.A.T. était chargé d'une action d'information auprès des producteurs intéressés par les cultures légumières. De 1969 à 1971 cet ingénieur remplit le rôle de Directeur-Conseiller Technique de la S.I.C.A.F. récemment créee. Celle-ci installa sa première station de conditionnement et ses pépinières sur les terrains de l'I.R.A.T. car l'Institut était chargé par le Département du démarrage de cette opération.

III - LE CHOIX VARIETAL

3-1. La première variété cultivée pour l'exportation fut Pompano Market, car à l'époque les producteurs (MM. THOMYNE-DESMAZURS, J. BALLY - V. DES GROTTES) s'intéressaient au marché Nord Américain.

L'I.R.A.T. commençait ses introductions variétales à partir de la France, des Etats-Unis de l'extrême Orient (Décembre 1964). Les études commençaient en même temps que les cultures commerciales.

Très rapidement le premier et principal frein au développement s'avéra être le Pseudomonas sonalacearum. Les mortalités pouvaient être importantes : jusqu'à cent pourcent sur certaines parcelles à Saint-Pierre en 1968.

Dès juin 1966 l'I.R.A.T. se préoccupait du problème et introduisait les premières variétés résistantes au Pseudomonas (Service cultures maraîchères I.R.A.T. Paris). La sélection créatrice commençait pour aboutir en 1969 à un premier hybride aux fruits allongés, violet clair. Celui-ci fut cultivé en Martinique en 1968-1969 et en Guadeloupe en 1969-1970 sur quelques hectares par les adhérents de la S.I.C.A.M.A. et de la S.I.C.A.F. qui prirent le risque commercial. Il s'avéra que ce risque était important, puisque les marchés traditionnels français n'étaient pas habitués à ce type de fruits.

De 1965 à 1972 en Martinique et de 1969 à 1972 en Guadeloupe la variété dominante fut Pompano Market, secondairement Florida Market que l'I.R.A.T. conseillait pour sa résistance au Phomopsis vexans.

1970-71 :	Martinique	(93 ha cultivés (1 236 tonnes exportées
	Guadeloupe	(X hectare (115 tonnes exportées
1971-72 :	Martinique	(120 ha cultivés(°) (1 840 tonnes exportées
	Guadeloupe	(X hectares (268 tonnes exportées

(°) dont cinq hectares en Madinina variété créee par l'I.R.A.T. et inscrite à un catalogue français des semences potagères en 1974.

1972-73 : Martinique (140 hectares cultivés (°°)
(2719 tonnes expédiées
Guadeloupe (X hectares cultivés (°°)
(428 tonnes exportées

1973-74 : Martinique (150 hectares cultivés (°°°)
(3537 tonnes expédiées
Guadeloupe (90 hectares (°°°)
(2300 tonnes expédiées

Nous constatons qu'en Martinique en deux ans la variété Madinina a remplacé Pompano et Florida Market et que les producteurs Guadeloupéens semblent avoir attendu la création de cette variété pour développer leurs cultures.

3.2- Problèmes posés par Madinina

Les producteurs ont très rapidement utilisé Madinina car sa résistance au Pseudomonas solanacearum permettait de maintenir une production constante tout au long de la campagne.

Dans l'Agronomie Tropicale Vol XXVIII n° 1 Janvier 1973 P. DALY indique la capacité de résistance de cette variété.

	Madinina	Florida Market
Pourcentage de flétrissement en 1 mois et demi de culture	12 %	100 %

Mais les problèmes des producteurs ne furent pas tous résolus pour autant.

En effet cette variété, hativement mise sur le marché car il était impossible de faire autrement, présentait quelques désavantages importants.

- Sensibilité de l'anthracnose due au Collectotrichum gloesporiodes (parasite des fruits).

- Sensibilité à l'Hemitarsonemus latus causant des dégâts sur plante et sur fruits (décoloration de l'apex du fruit communément appelé "bout vert").

3.2.1- Les dégâts dûs à l'anthracnose sur fruits furent importants, principalement dans les zones humides des deux Iles. En Martinique certaines parcelles

(°°) La majorité Madinina

(°°°) en Madinina

de la zone Nord Atlantique ou du centre, à pluviométrie élevée (2000-2500 mm annuellement) furent atteintes jusqu'à cent pourcent, dans les conditions extrêmes.

En général en condition moyenne les pertes pouvaient varier de 10 à 20 % à l'arrivée des fruits sur les marchés. Ce qui était catastrophique.

Les premières connaissances du parasite aux Antilles sont dûes à FOURNET (1973) C.R.A.A.G. Guadeloupe. Elles permirent aux planteurs de savoir qu'en la matière la prophylaxie était importante : suppression des fruits traînant au sol, suppression de l'hôte *Solanum torvum* autour des plantations, soins extrêmes à apporter à la récolte et au conditionnement des fruits.

Les essais de lutte chimique furent menés parallèlement par FOURNET. Ses résultats permirent de diminuer les dégâts de façon notable par l'utilisation du propinèbe et du mancozèbe. Ce dernier et le manèbe avaient été essayés par DALY (I.R.A.T. Martinique 1971). Les doses et fréquences furent conseillées aux producteurs.

Malheureusement les conditions particulières de culture aux Antilles freinèrent, dans certains cas, la bonne application de ces conseils.

Ainsi la culture de la variété se déplaça-t-elle vers les zones plus sèches, en Martinique, là ou les risques étaient moindres. Ce déplacement quoique moins accentué, existe aussi en Guadeloupe.

La voie génétique devenait la meilleure arme pour maintenir à l'aubergine la plus grande aire de développement possible. Les travaux de M. MESSIAEN et de ses collaborateurs (1971) avaient permis de mettre en évidence la possibilité d'une résistance variétale au parasite. M. KAAN entreprenait l'étude de cette résistance (1973) et ses travaux débouchèrent sur la création d'une variété commune I.N.R.A. - I.R.A.T. résistance à l'anthracnose et au *Pseudomonas solanacearum* : Kalenda.

Dès la campagne 1974-1975 ces résultats entrèrent en application, puisque les 300 hectares cultivés en Guadeloupe et Martinique (150 dans chaque ile) le furent pour 2/3 en Madinina et 1/3 en Kalenda.

Pour la campagne 1975/1976 les proportions furent 50 % en chaque variété dans chaque ile. En 1976-1977 la Guadeloupe s'orienta vers Kalenda les (2/3 et la Martinique vers Madinina (les 2/3).

Chaque année environ deux cent hectares sont mis en place pour l'ensemble des deux iles. L'extension semble freinée par les possibilités d'absorption du marché métropolitain (700 tonnes sont commercialisées entre Octobre et Juin).

IV - TECHNIQUES DIVERSES

4.1 - L'*Hémitarsonemus Latus* avait déjà provoqué des dégâts sur les plantations, dès l'origine. En 1970-71 les proportions de rejets au conditionnement pouvaient être très importantes (50 %) sur la première variété I.R.A.T. ayant précédé Madinina, et ceci aussi bien en Guadeloupe qu'en Martinique. Certaines parcelles de Florida Market ont même disparu par de très fortes attaques sur plantes, non contrôlées.

M. MESSIAEN le signalait dans le n° 2 de Décembre 1971 des Nouvelles maraîchères de l'I.N.R.A. aux Antilles et DALY établissait la relation entre un acarien et les décolorations de l'apex du fruit (Rapport I.R.A.T. Martinique 1971).

Les premiers traitements à base de chlordimeforme suivirent les premiers essais conduits par l'I.R.A.T. Mais les insuffisances de l'efficacité entraînait une fréquence trop grande d'épandage d'où un coût élevé de l'intervention anti-tarsonème, particulièrement dans les zones plus sèches ou s'était établie l'aubergine.

Dès la campagne 1973-1974 la protection des végétaux et l'I.R.A.T. réalisèrent un essai commun dont les résultats furent appliqués dès le courant de la campagne. Chaque campagne l'application des résultats par les planteurs a été bien suivie et les dégâts dûs aux tarsonèmes n'existent pratiquement plus.

4.2- Le puceron Myzus persicae

Les traitements réalisés jusqu'en 1972 à base d'insecticides organophosphorés ne donnaient pas de bons résultats. L'efficacité obtenue les premières années était de moins en moins bonne. (accoutumance des pucerons, déséquilibre minéral ou exès de fongicide ?). La détermination par l'I.N.R.A. et les informations fournies par la protection des végétaux permirent à l'I.R.A.T. de confirmer l'efficacité du pirimicarb dans nos conditions (rapport I.R.A.T. Martinique 1973).

Depuis lors ce parasite n'est plus un problème.

4.3- Autres techniques peu ou non exploitées

L'I.R.A.T. Martinique a entrepris différents essais concernant L'entretien du sol et les densités optimum à utiliser.

Hormis les cas d'infestation trop importante par Cyperus rotondus et Cynodon dactylon l'entretien du sol peut être assuré pendant 1 mois et demi à deux mois par une application en préplantation avec incorporation superficielle de chlorthal à 12 kilos hectare ou de CA-70-59 à 4,5 kilos hectare. D'autres produits sont en cours d'étude et les résultats pourront peut-être modifier cette donnée actuelle.

Un essai récent (rapport 1976) effectué par l'I.R.A.T. Martinique a montré que les écartements pouvaient avoir un effet direct sur la productivité, et que cet effet se mesurait par le nombre de fruits et non par le poids des fruits.

En deux mois de récolte les plantes disposées à 0,80 mètres sur 0,50 m ont produit 7 fruits par plante, alors que celles disposées à 1,60 m X 0,50 m en produisaient 11,5 et celles mises à 1,60 m par 1 m : 13,7. Ces résultats ne sont pas applicables brutalement et les essais se poursuivent.

L'alimentation minérale et hybride de l'aubergine a été objet de recherches. Les résultats ne peuvent pas en totalité être appliqués car ils sont encore trop fragmentaires. Mais le fractionnement de l'azote nitrique, la possibilité de pulvérisations d'urée foliaire, la non réponse à la potasse et à l'acide phosphorique dans les sols trop riches, l'adaptation de l'espèce à des ph eau variant de 5,5 à 7 unités, sont des éléments que les agriculteurs peuvent utiliser.

La confrontation des travaux de l'I.R.A.T. et de l'I.N.R.A. (insuffisamment publiés) devraient permettre la mise au point d'une formule adaptée à chaque cas, utilisant la méthode du diagnostique foliaire.

L'étude de l'alimentation hydrique a débuté sur la station d'Expérimentation des cultures sous irrigation à Sainte-Anne en Martinique.

Les premières études concernant les besoins en eau de l'espèce sont assez récentes. (Rapport 1975 de la Station d'Essais en cultures irriguées de Sainte-Anne D.D.A. - I.R.A.T.).

Il a été tenu compte dans la mise en place de l'essai des données fournies par la littérature (rapports de la Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région provençale et de la Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas Rhône et du Languedoc).

Les études de rationnement ont porté sur la période de récolte en utilisant la technique d'apport de l'eau par goutte à goutte. Les quantités fournies étaient en relation avec le climat donné par l'Evapo-transpiration potentielle selon la formule mise au point par l'I.N.R.A., basée sur le Rayonnement global et par l'évaporation mesurée au bac de classe A.

On sait que le rendement maximum peut être obtenu par une alimentation en eau de l'ordre de l'E.T.P. (ou de 85 % de l'E.V.B.) en période sèche.

En se basant sur ces premiers résultats, il est possible d'indiquer quels sont les besoins journaliers de la plante, donc de prévoir les réserves d'eau nécessaires ou les besoins aux bornes d'un réseau.

Les études doivent se poursuivre en irrigation par aspersion, et la comparaison des deux techniques doit être effectuée sur les vertisols là où se stabilise une partie de la production.

V - LA LUTTE ANTICRYPTOGAMIQUE

La connaissance des champignons inféodés à l'aubergine dans nos conditions doit beaucoup aux pathologistes de l'I.N.R.A. (MESSIAEN - FOURNET) et de l'I.R.A.T. (DELASSUS). Les moyens de lutte à l'exception de ceux appliqués contre l'anthracnose n'ont pas fait l'objet d'essais de produits. L'application des connaissances des produits sur tel ou tel parasite dans d'autres situations a été la règle.

En général, les informations fournies par les Instituts de Recherche ont donné satisfaction. Il est probable qu'une meilleure connaissance de l'épidémiologie entraîne une diminution des coûts de production (rhizopus nigricans et Choanephonasp en particulier).

La variété Kalenda a en culture été sujette à des attaques conjointes de Pseudomonas solanacearum et de fusarium. La station de Pathologie du C.R.A.A.G. (R.A.T./T.O.R.R.I.B.I.O.) se penche sur ce problème. C'est un thème de recherche qui nous paraît important car les relations culturales pratiquées dans certains cas risquent d'entraîner des dégâts de plus en plus importants en plantation.

Cette variété est moins résistante que Madinina au pseudomonas, ce qui est génant car cette moindre résistance peut entraîner la disparition de la culture de zones auxquelles était destinée sa résistance à l'anthracnose, ce qui s'est déjà produit en Martinique et peut se produire en Guadeloupe.

La résistance variétale aux trois principaux parasites de l'aubergine aux Antilles : Pseudomonas Solanacearum, Colletotrichum Gloesporioides, Phomopsis vexans fait l'objet d'un programme commun I.N.R.A. - I.R.A.T. déjà bien avancé. Dores et déjà les responsables de ce programme que sont les deux auteurs de cet article peuvent dire qu'il existe des lignées plus résistantes au Pseudomonas que Madinina, résistantes à l'anthracnose, qu'il existe des lignées résistantes au Phomopsis vexans et peu sensibles à l'Hémitarsonemus latus.

Déjà pour la campagne 1977-1978 quelques grammes de semence de certaines pourront peut être diffusés pour étude en grandes parcelles.

En ce qui concerne l'anthracnose une deuxième race a été reconnue à Trinidad. Il n'est pas impossible que cette deuxième race arrive jusqu'en Guadeloupe et Martinique. L'I.N.R.A. possède dans ses collections un matériel résistant à cette race. Son incorporation aux variétés en voie de création pourra faire l'objet d'un nouveau programme dès que nous aurons terminé celui en cours.

CONCLUSION

En dix ans l'aubergine s'est bien implantée aux Antilles Françaises. Elle entre maintenant pour une part non négligeable du "P.N.B." de ces départements ; son importance ne peut être comparée à celle des grandes cultures traditionnelles. Il faut considérer cette espèce comme l'une de celles qui peuvent être regroupées sous la dénomination "fruits" et"légumes" et dont l'ensemble pourra marquer l'économie des Iles.

Il faut souligner que cette réussite, encore fragile, a été obtenue grâce à la conjonction des efforts de toutes les parties prenantes: agriculteurs, pouvoirs publics, organismes de recherche. La mise en commun au niveau des recherches des possibilités des deux instituts de recherche l'I.N.R.A. et l'I.R.A.T., découlant d'un souci d'efficacité a permis de résoudre plus rapidement certains problèmes.

BIBLIOGRAPHIE

Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères
B.D.P.A. - C.E.R.U. Possibilités offertes par le Marché Européen aux productions légumières des pays d'Afrique au Sud du Sahara - 1970.

S.A.T.E.C. - I.R.A.T. Etude du Marché de certains légumes frais aux U.S.A. juillet 1974.

S.A.T.E.C. Etude des possibilités d'exportation sur le marché Métropolitain de fruits et légumes frais des Antilles Françaises - Balcet - Janvier 1975.
- Etude des possiblités d'exportation aux U.S.A. de fruits et légumes frais des Antilles Françaises Balcet - Novembre 1974.

DALY P. - Obtention d'une nouvelle variété d'aubergine tolérante au Pseudomonas Solanacearum - Agronomie tropicale n° 1 - Janvier 1973.

DALY P. - BERTRAND M. - THONET J. - PALCY L. - BERTON A. - Essai de lutte contre hemitarsonemus latus parasite de Solanum melongena. Nouv. Agron. Antilles - Guyane - 2,1 - 73-94, 1976.

KAAN F. - Etude de l'héréité de la résistance de l'aubergine à l'anthracnose des fruits. Annales de l'Amélioration des Plantes de l'I.N.R.A. 1973, tome 23, n°2, p. 127.

FOURNET J. - Anthracnose de l'aubergine aux Antilles : I. Caractérisation et spécificité du parasite - II. Moyens de lutte. Annales de Phytopathologie de l'I.N.R.A. 1973 tome V, pages 1-13, 15-25.

MESSIAEN (C.M.), BEYRIES (A.) et FOURNET (J.), 1971 - Quelques enseignements tirés d'un essai variétal d'aubergine en Guadeloupe. Nouvelles maraîchères de l'I.N.R.A. aux Antilles - 25 pp. - 6-14.

I.R.A.T. Martinique - Rapport analytiques 1970 à 1976.

GRANIER (J.) - DALY P. - PARFAIT F. - Rendements de quelques cultures maraîchères en fonction des apports d'eau et du mode d'irrigation dans le sud de la Martinique. Nouv. Agron. Antilles-Guyane, 2, 1, 59-72, 1976.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 622-625, 1977.

ETAT ACTUEL ET PERSPECTIVES D'UTILISATION DE LA RESISTANCE VARIETALE AU FLETRISSEMENT BACTERIEN (*Pseudomonas solanacearum E. F. Sm*) CHEZ LA TOMATE

F. KAAN(°)

Le flétrissement bactérien dû à *Pseudomonas solanacearum E. F. Sm* affecte fréquemment les cultures de Tomate en Guadeloupe, Martinique et Guyane française. L'agent pathogène est hébergé dans le sol.

Le développement de la maladie après inoculation des racines est caractérisé par le blocage des vaisseaux du bois, qui entraine un flétrissement plus ou moins brutal. En conditions extrêmes, les plantes peuvent être détruites avant floraison.

Dans l'état actuel de la pratique agricole, quatre facteurs peuvent faire varier le niveau d'infestation des cultures c'est-à-dire somme toute le revenu de l'exploitant :

1/ La nature du sol : les vertisols calcaires de Guadeloupe et Martinique sont épargnés, l'agent pathogène parait incapable d'y conserver sa virulence.

2/ La température : les dégâts sont moins importants en période fraîche (novembre à avril) ; certaines sections d'altitude sont indemnes toute l'année (par exemple en Guadeloupe, Matouba à St-Claude, Mont d'or à Baillif).

3/ L'état de fatigue du sol : la répétition de cultures de Solanées même résistantes entraine généralement un enrichissement du sol en inoculum. Le rôle néfaste à cet égard du précédent Bananier est discuté. Par contre, on peut avancer sans risque d'erreur que les précédents culturaux graminées (Canne, Sorgho, Digitaria) diminuent l'infestation de la culture suivante.

4/ Le niveau de résistance variétale

A/ Etat actuel. Nous n'avons encore trouvé aucune tomate bénéficiant d'une immunité à cette bactériose.

Dans nos essais, les lignées à petits fruits CRA 66 (INRA) ; Cranita (INRA), UPR 199 (IRAT) ; 7996 (Université d'Hawaii), P1 126408 (Panama) présentent un niveau de résistance très élevé et pourraient être utilisées comme porte-greffes.

En effet, le greffage de la variété à gros fruits "Floradel" sur CRA 66 a donné pleine satisfaction en Guadeloupe où quelques dizaines de milliers de plants ont été réalisés. Il s'agit cependant d'une méthode délicate et onéreuse. Notons que la lignée Cranita a été spécifiquement sélectionnée pour servir de porte-greffe. Outre la résistance au *Pseudomonas*, elle bénéficie de la résistance aux nématodes à galles conférée par le gène Mi. Par ailleurs PI 126408 est malheureusement sensible au *Fusarium* vasculaire.

(°) Station d'Amélioration des Plantes - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (GUADELOUPE)

A partir de ces porte-greffes résistants à petits fruits ou de lignées apparentées, plusieurs programmes de sélection ont abouti à des lignées résistantes améliorées pour la quantité du fruit.

Certaines d'entre elles ont été proposées à la diffusion soit comme variété commerciale, soit comme parent d'hybrides F1, soit comme géniteur d'amélioration.

Il s'agit de "Carette", "Kewalo", "IRAT L.3", "Saturn", "Vénus". L'utilisation commerciale de deux d'entre elles a déjà été évoquée à ce congrès dans une publication de synthèse sur le développement agricole (ANAIS et al. 1977). Nous donnons ci-dessous une description rapide de ces variétés et de leurs performances :

a/ "Carette" variété sélectionnée à l'INRA, inscrite au catalogue officiel français en 1976, dont la diffusion commerciale a jusqu'à présent été restreinte à la Guadeloupe et à la Martinique, mais expérimentée à l'extérieur (Caroline du Nord, Jamaïque, Guyane française, Haute Volta, Gabon, Fiji, Hawaii). La croissance est indéterminée, les fruits assez gros, plus petits cependant que ceux de "Floradel". Elle résiste au *Fusarium* vasculaire, au *Stemphylium* et au *Cladosporium* des feuilles (probablement par le gène Cf2). La productivité est élevée (93 tonnes/hectare récoltées sur la population-soeur CRA 74). Le niveau de résistance est égal ou inférieur à celui de "Vénus" (résultats de Guadeloupe, Martinique, Gabon, Jamaïque) nettement insuffisant en conditions de forte infestation.

b/ "Kewalo" lignée sélectionnée à l'Université de Hawaii, proposée à la profession pour la fabrication d'hybrides F1 (GILBERT, TANAKA, TAKEDA, 1974). La croissance est déterminée, la culture doit donc se faire à plat, le fruit est moyen dépourvu de collet vert, plus petit que celui de "Vénus" ou "Carette". Elle porte la gène Mi de résistance aux nématodes à galles et résiste au *Fusarium* vasculaire et au *Stemphylium* foliaire. Dans nos essais, le niveau de résistance parait fluctuer ; les résultats étaient tantôt satisfaisante, tantôt très mauvais. L'utilisation directe de cette lignée par les agriculteurs parait cependant envisageable.

c/ "IRAT L.3" il s'agit d'une lignée indéterminée à petits fruits (80 grammes) sans collet vert, peu productive mais exceptionnellement résistante au *Pseudomonas*. Elle montre également une résistance au *Stemphylium*. C'est une obtention de l'IRAT agence des Antilles (DALY, 1976).

L'utilisation directe suppose que le marché accepte de très petits calibres. On peut envisager d'en faire un parent d'hybride F1 ou surtout un géniteur d'amélioration.

d/ "Saturn" cette variété commerciale sélectionnée à l'Université d'Etat de Caroline du Nord est une lignée soeur de "Vénus" (HENDERSON, JENKINS, 1972). Elle lui ressemble en tous points sauf pour le type de fruit, légèrement plus gros et moins aplati. La productivité parait inférieure à celle de "Vénus".

e/ "Vénus" variété commerciale sélectionnée à l'Université d'Etat de Caroline du Nord (HENDERSON, JENKINS, 1972). La croissance est indéterminée. Selon les conditions culturales la taille du fruit est inférieure ou supérieure à celle de "Carette", mais toujours inférieure au standard "Floradel". La productivité et la précocité sont nettement inférieurs par rapport à "Carette" dans nos essais. Cette variété est également résistante au *Fusarium* vasculaire et au *Stemphylium* foliaire. La résistance au *Pseudomonas* est comparable à celle de Carette, quelquefois supérieure, mais de toute façon insuffisante en conditions de forte infestation dans nos essais ainsi qu'à l'extérieur (RAO, SOHI, TIKOOn 1975).

Il convient de noter que "Carette", "IRAT L.3", "Saturn", "Vénus" présentent un certain niveau de résistance au *Fusarium* vasculaire race 2 et au *Corynebacterium michiganense* qui pourrait être directement lié à la résistance au *Pseudomonas* (KAAN, LATERROT, 1977).

B/ Perspectives d'amélioration. Le niveau actuel de résistance au *Pseudomonas* des variétés commerciales à gros fruits sélectionnées est encore insuffisant. Une résistance supérieure a été conférée à des lignées à gros fruits par l'INRA en Guadeloupe (ligne 53 RCB par exemple) et à l'université d'Etat de Caroline du Nord (lignée 72 TR 4-4 p.e).

L'amélioration de ce matériel se poursuit pour la résistance à l'éclatement du fruit et pour l'adaptation à la culture à plat grâce à une croissance déterminée. Les lignées créées sont actuellement à l'essai pour leur valeur propre et en combinaison d'hybride F1.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

G. ANAIS, J.C. BACHOU, JJ. BARAER, M. BUFFON, L. DEGRAS, 1977.- Recherche et développement agricole en Guadeloupe. 14è Congrès de la Caribbean Food Crops Society, Martinique-Guadeloupe, 27 juin - 2 juillet 1977.

P. DALY, 1976. "IRAT L.3" : une nouvelle variété de Tomate. L'Agronomie tropicale, 31, 4, 398-401.

J.C. GILBERT, J.S. TANAKA, K.Y. TAKEDA, 1974. "Kewalo" Tomato. HortScience, 9, 5, p. 481-482.

W. HENDERSON, S.F. JENKINS, 1972. Venus and Saturn, two new Tomato varieties combining desirable. Horticultural features with Southern Bacterial wilt resistance. Bulletin 444. Agricultural Experiment Station North Carolina State University.

F. KAAN, H. LATERROT. 1977. - Mise en évidence de la relation des résistances de la Tomate à deux maladies vasculaires : le flétrissement bactérien et la fusariose pathotype 2. Annales de l'Amélioration des Plantes, 27, 1, 10 pp.

B.G.S. RAO, H.S. SOHI, TIKOO, 1975. Reaction of wilt resistant Tomato varieties and lines to *Pseudomonas solanacearum* in India Plant Disease Reporter vol. 59, n° 9, p. 734-736.

RESUME

L'utilisation aux Antilles françaises des variétés commerciales résistantes "Carette" et "Vénus" a déjà été évoquée. Leurs caractères de résistance au *Pseudomonas*, de productivité et de qualité du fruit ne sont malheureusement pas entièrement satisfaisants. Dans les situations de forte infestation et/ou lorsque l'on veut obtenir des fruits de très bonne qualité, l'utilisation des portes-greffes résistants CRA 66 et Cranita peut être envisagée. Par ailleurs, des lignées à gros fruits plus résistantes que "Carette" et "Vénus" ont été créés au Centre INRA des Antilles. Leur utilisation commerciale directe ou en combinaison hybride est envisagée.

SUMMARY

Present and future use of Tomato
varietal resistance to the Bacterial wilt due to
Pseudomonas solanacearum E.F. Sm.

F. KAAN

Another communication to this meeting refers to the growing of the resistant "Carette" and "Venus" varieties in Guadeloupe. However, their resistance levels to the bacterial wilt and their production characters (yield, fruit size) are not completely satisfactory. One should consider the use of the resistant grafting stock "CRA 66" and "Cranita" when the infection level is high or when very large fruits are requested. Moreover, large fruited lines more resistant than "Carette" and "Venus" were bred in our west indian INRA Center. Direct commercial use and hybrid combinations are under evaluation.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 626-628, 1977.

ETUDE DU TAUX D'ALLOGAMIE NATURELLE DU A *Exomalopsis* CHEZ LA TOMATE, *Lycopersicon esculentum*. CONSEQUENCES POUR L'AMELIORATION DES PLANTES

G. ANAÏS(°)

Collaboration technique C. VINCENT

Par suite de l'observation d'une activité pollinisatrice très intense d'une petite abeille appartenant au genre *Exomolopsis*, nous avons entrepris l'étude du taux d'allogamie naturelle chez les Solanacées (Tomate, Piment, Aubergine). La présente publication concerne les premières observations sur la Tomate.

I. - MATERIEL ET METHODES

Nous avons utilisé deux lignées "Monalbo (aa)" et "Marmande (aa)" portant un gène marqueur récessif aa (anthocyanin absent), qui à l'état homozygote donne des plantules à tige verte (LATERROT, 1971) et une variété pollinisatrice "Floradel" qui donne des plantules à tige normalement anthocyanée.

Les plantes étaient disposées en lignes distantes de 80 cm. Sur la ligne plantes à tige verte et plantes anthocyanées étaient alternées tous les 40 cm.

A chaque récolte nous avons semé les graines récoltées sur les plantes à tiges vertes et à la levée nous avons compté les plantules vertes et les plantules anthocyanées.

Cette méthode ne permettant pas de prendre en compte les croisements entre plantes à tige anthocyanées, le taux d'allogamie réel est donc le double du taux observé, puisque les plantes des deux types étaient en nombre égal.

II. - RESULTATS

Tableau 1 - Taux d'allogamie "Monalbo" aa

Date de récolte	29/4	11/5	18/5	24/5	1/6	8/6	8/6	15/6	21/6	Total
Tiges vertes	327	464	346	334	338	216	207	255	161	2 648
Tiges normales	12	51	16	38	16	6	42	12	3	196
Tiges d'allogamie observé %	3,5	9,9	4,4	10,2	4,5	2,7	16,9	4,5	1,8	6,9
Taux d'allogamie réel %	7,0	19,0	8,8	20,4	9,0	5,4	33,8	9,0	3,6	13,8

(°) Station d'Amélioration des Plantes - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 PETIT-BOURG (Guadeloupe)

Tableau 2 - Taux d'allogamie "Marmande" aa

Date de récolte	4/4	6/4	10/4	13/4	17/4	24/4	26/4	28/4	2/5	8/5	12/5	16/5	Total
Tiges vertes	176	215	201	154	200	506	369	169	176	157	181	131	2 637
Tiges normales	12	13	10	7	6	27	16	13	6	5	3	4	122
Taux d'allogamie observé %	6.4	5.7	4.7	4.4	2.9	5.1	4.2	7.1	3.3	3.1	1.6	3.0	4.4
Taux d'allogamie réel %	12.8	11.4	9.5	8.7	5.8	10.1	8.3	14.3	6.6	6.2	3.2	5.9	8.8

Nous voyons que dans certains cas, le taux de fécondation croisée chez la Tomate peut atteindre 34 %.

III. - CONSEQUENCES POUR L'AMELIORATION DE LA TOMATE

L'importance du taux d'allogamie observé chez la Tomate, considérée traditionnellement comme une plante autogame, a des conséquences de deux ordres pour le sélectionneur.

1. - Conséquences défavorables :

Le maintien de la pureté variétale est rendue très difficile. Pour la multiplication variétale, il faudra respecter des distances d'isolement en rapport avec l'aire de butinage de l'insecte. Dans le cas de collections, il est indispensable de mettre en oeuvre des moyens de protection des bouquets floraux contre le butinage, soit des tunnels grillagés à l'épreuve des insectes, soit des sachets sur les fleurs.

2. - Conséquences favorables : Utilisation de la stérilité mâle

2.1 - Production d'hybrides F1 : On peut envisager la production d'hybrides F1 à partir de lignées mâles-stériles en utilisant *Exomalopsis* comme auxilliaire de pollinisation.

Cette technique actuellement à l'étude devrait permettre d'abaisser considérablement le prix de revient de la semence hybride F1 de Tomate.

2.2 - Exploitation de la variabilité

L'utilisation de la pollinisation entomophile associée à la stérilité mâle favorise un brassage génique chez les plantes, permettant d'exploiter au maximum la variabilité en augmentant les recombinations de caractères favorables chez une plante habituellement traitée en autogame.

Nous utilisons cette méthode afin de créer une population source où sont regroupés les gènes de résistance au flétrissement bactérien d'origine différentes, et les gènes d'adaptation au climat tropical, le tout associé à des caractères intéressants de qualité du fruit. Par rapport à la méthode classique qui consisterait à réunir tous ces caractères dans des programmes séquentiels puis de les recombiner,

l'utilisation de la stérilité mâle associée à la pollinisation entomophile nous permet de gagner du temps et d'économiser la quantité importante de main d'oeuvre nécessitée par les croisements manuels.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

H. LATERROT 1971 - Anthocyaninless seedling mutants. TGC n° 21, 20-21

RESUME

Le taux d'allogamie naturel, dû à la pollinisation de la tomate par *Exomalopsis sp.* a été étudié à l'aide de lignées portant de gènes marqueurs au stade plantule. La pollinisation entomophile naturelle observée a des conséquences défavorables au niveau de l'amélioration de la Tomate par suite des contraintes que le taux d'allogamie élevé impose pour le maintien de la pureté variétale. Par contre, associée à la stérilité mâle, son utilisation est envisagée soit pour la fabrication d'hybrides F1, soit pour la constitution de populations sources par les possibilités de brassage génique ainsi offertes.

SUMMARY

STUDY OF NATURAL CROSS POLLINATION IN TOMATO *LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL.* CONSEQUENCES FOR PLANT BREEDING

Natural crossing due to *Exomalopsis sp.* was studied in tomato with lines carrying marker genes in the seedling state. Natural insect pollination in tomato has infavorable consequences in tomato breeding for the astreint on varietal purity conservation imposed by high cross pollination level. But associated with male sterility it may be used in F1 hybrids production or to constitute source populations by may of bulking the breeding material.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 629-635, 1977.

LES SOIES SCOPALES D'*EXOMALOPSIS* SP. *(HYMENOPTERA, APOIDEA)* EXAMINEES AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE

J.P. TORRE-GROSSA(°)

INTRODUCTION

Les solanacées cultivées à la Guadeloupe sont visitées par une petite abeille anthophoride du genre *Exomalopsis* dont l'espèce, non encore identifiée, pourrait être nouvelle.

Dans le cadre d'une étude générale sur cet insecte et plus particulièrement sur son comportement au butinage nous avons analysé au microscope électronique à balayage et selon les méthodes décrites par les travaux de PASTEELS et PASTEELS (1972 1973 et 1974), les relations entre la morphologie, l'implantation et la fonction des soies scopales. D'autres soies situées à l'extérieur de la *scopa* et semblant présenter un intérêt particulier sont également décrites.

MATERIELS ET METHODES

Les pattes postérieures d'abeilles femelles sont nettoyées de leur pollen à l'aide du jet d'eau très fin d'une pipette Pasteur actionnée par une poire en caoutchouc. Après séchage elles sont fixées sur un porte-objet et métallisées, sous vide, à l'or. Les soies sont examinées au microscope électronique à balayage, modèle JSM 35 en orientant les pattes sous différents angles.

Les *scopas* sont les parties du corps des abeilles butineuses sur lesquelles se stocke et se transporte le pollen. Elles se caractérisent par une longue et abondante pilosité et se situent généralement sur les pattes postérieures, plus rarement sur les sternites abdominaux et quelquefois sur les deux (MICHENER, 1974).

Chez les femelles d'*Exomalopsis* on situe rapidement les *scopas* qui se répartissent entre le tibia et le basitarse des pattes postérieures, conférant un aspect renflé et coloré à celles-ci.

RESULTATS

Par souci d'homogénéïté et dans la mesure du possible, nous avons employé (tableau 1) la terminologie descriptive de PASTEELS et PASTEELS (1972).

Six types de soies sont différenciés, dont quatre sont les constituants des *scopas* ; deux *extra-scopales* sont cités en raison de leur particularité morphologique ou (et) fonctionnelle.

- Parmi les soies scopales nous avons reconnu la fonction de deux d'entre elles :

a) Sur la face interne du basitarse (figures 1 et 3) sont abondamment implantées des soies du type 1 (figures 4 et 5). Cette situation et la morphologie de ces soies leurs confèrent une fonction de brossage du pollen capturé et répandu sur l'ensemble de l'abdomen. Il est à noter que des soies du même type, implantées sur les pattes antérieures et médianes, permettent le brossage du reste du corps.

(°) Station de Zoologie et Lutte Biologique - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)

b) Sur la face extérieure des tibia et basitarse (figures 1 et 2) sont implantées en forte densité des soies du type 4 (figure 8). L'enchevêtrement des longues barbes de ces soies permet une bonne fixation de la masse pollinique et forme ainsi l'ensemble collecteur de pollen.

c) Nous n'avons pas reconnu la fonction des deux autres types (3et5) de soies. Le type 5 (figure 9) est communément réparti sur l'ensemble du corps de l'insecte.

- Parmi les soies extra-scopales, celle de type 2 (figure 6) est implantée en densité moyenne sur la face interne du fémur et sa morphologie particulière a déjà retenu l'attention de PASTEELS et PASTEELS (1972). Aucune fonction n'a pu être déterminée avec certitude.

Enfin, la soie de type 6 est densément implantée sur le fémur au niveau de l'extrémité adjacente au tibia. Une morphologie arquée, plumeuse et pourvue de barbes hérissées vers l'extérieur (figures 10 et 11) leur confère probablement une fonction de protection de l'articulation fémuro-tibiale. Cette fonction est également soupçonnée pour des soies semblablement localisées chez d'autres abeilles *(Op. cit.)*.

DISCUSSION

Parmi les insectes, les abeilles au sens large du terme, présentent les soies les plus abondantes et diverses. Ceci est souvent la conséquence d'une adaptation morphologique à l'activité floricole.

Exomalopsis visite les fleurs dont elle prélève le pollen pour en nourrir son couvain. Afin de brosser et de transporter son pollen, cette abeille possède sur les pattes postérieures une grande concentration de longues soies formant la *scopa*. L'observation de ces *scopas* au microscope électronique à balayage permet de mettre en évidence la présence de soies dont la morphologie et l'implantation sont particulièrement adaptées à la fonction de brossage ou de stockage du pollen.

Par leur morphologie et leur implantation certaines soies extra-scopales semblent posséder une fonction protectrice de l'articulation fémurotibiale. Cette étude sera bientôt étendue à l'ensemble des soies cuticulaires du corps de l'insecte qui apparait abondamment couvert d'une longue pilosité aux aspects variés.

REMERCIEMENT

Nous remercions M. POINTEL de la Station de Zoologie I.N.R.A. du Centre de VERSAILLES pour la qualité de son travail au microscope électronique JSM 35.

LEGENDE DES FIGURES

Figure 1 - Schéma d'une patte postérieure d'*Exomalopsis* avec indication de l'emplacement des divers types de soies.

" 2 - Vue partielle de la *Scopa* face externe, de haut en bas : plaque basitibiale tibia, partie de basitarse (x 33).

" 3 - Vue partielle de la *Scopa* face interne, de haut en bas : partie de tibia avec éperon visible, basitarse et autres tarses (x 33).

" 4 - Soies simples de type 1 (x 400).

" 5 - Soies simples de type 1 avec carènes latérales bien visibles (x 1000).

" 6 - Soies simples spatulaires de type 2 (x 1000).

" 7 - Soies plumeuses de type 3 à barbes arquées (x 400).

" 8 - Soies plumeuses de type 4 à longues barbes simples (x 400). Noter la présence de pollen.

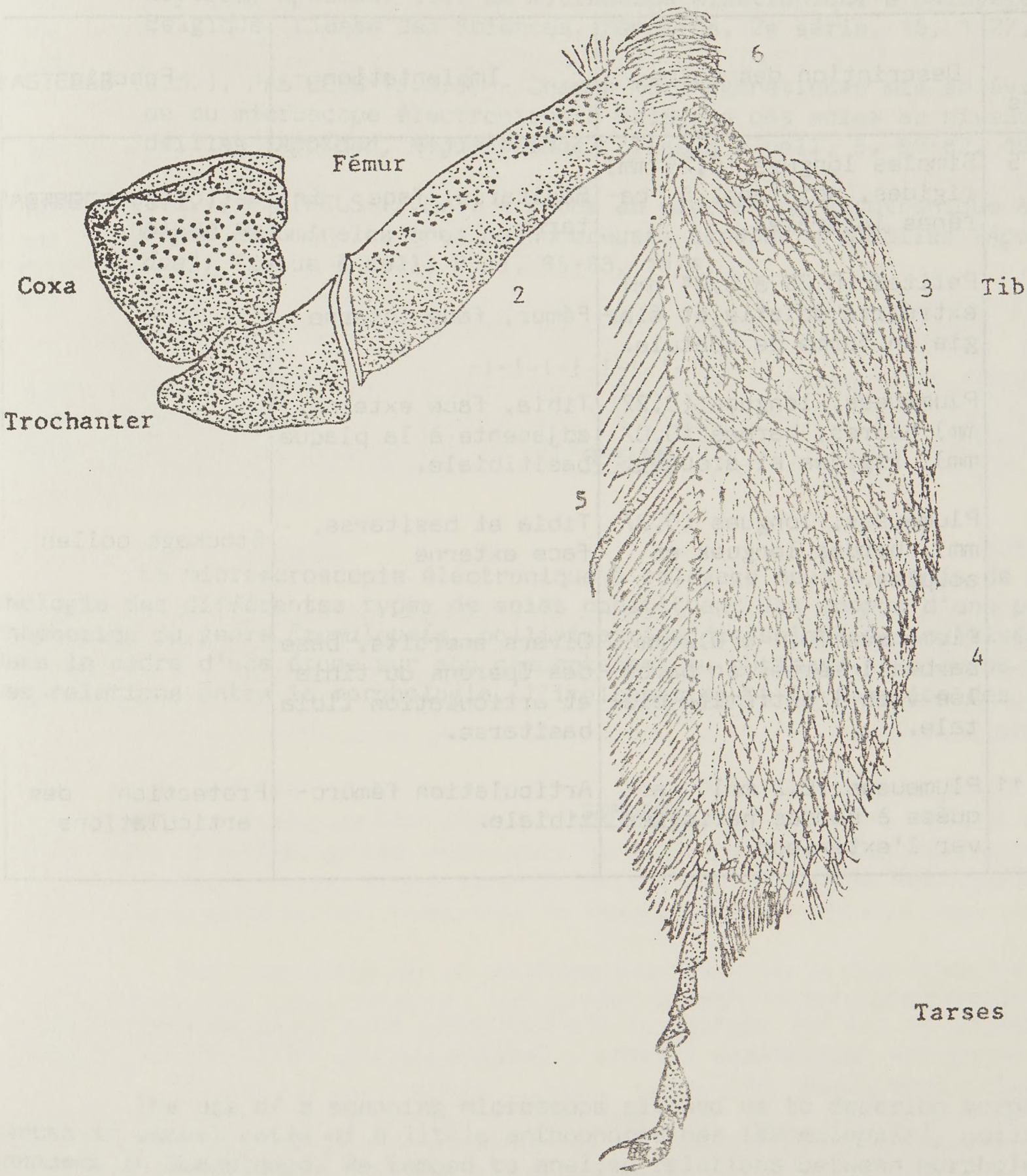
" 9 - Soies plumeuses de type 5, les barbes sont insérées sur les côtés et barbelées à l'extrémité (x 1000).

" 10 - Partie distale du fémur, adjacente au tibia et présentant des soies spatulaires de type 2 couchées sur la face interne et de soies plumeuses et arquées de type 6 à l'xtrémité (x 100).

" 11 - Détails des soies plumeuses et arquées de type 6 (x 1000).

" 12 - Soies de type 6 implantées à l'extrémité distale du fémur et offrant une couverture protectrice à l'articulation fémuro-tibiale extrémité basale et vue de la plaque basitibiale (x 100).

FIGURE 1



(1) N° du type de soie (cf tableau)

Tableau 1 - Description, implantation et fonctions probables des différentes types de soies.

N° Types de soies	N° des figures	Description des soies	Implantation	Fonction
1	4 et 5	Simples longues (0,25 mm) rigides, pointues, à carènes latérales.	Basitarse, face interne	nettoyage-brossage pollen.
2	6	Petites (0,03 à 0,04 mm) extrémité aplatie et élargie en forme de spatule.	Fémur, face interne	-
3	7	Plumeuses, longues (0,27 mm) noires, barbes (0,07 mm), rigides et arquées.	Tibia, face externe, adjacente à la plaque basitibiale.	-
4	8	Plumeuses, longues (0,27 mm), barbes longues et souples.	Tibia et basitarse, face externe	Stockage pollen
5	9	Plumeuses (0,1 à 0,2 mm), barbes insérées en barbelée vers l'extrémité distale.	Divers endroits, base des éperons du tibia et articulation tibia basitarse.	
6	10 et 11	Plumeuses (0,2 mm) arquées à barbes hérissées ver l'extérieur.	Articulation fémuro-tibiale.	Protection des articulations

BIBLIOGRAPHIE

MICHENER (C.D.). - Comparative external morphology, phylogeny and a classification of the bess *(Hymenoptera)*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 82, 157-326, 1944.

PASTEELS (J.J.) et PASTEELS (J.M.). - Les soies culticulaires des *Megachilidae (Hymenoptera, Apoïdea)* vues au microscope électronique à balayage. Acad. Royale Belgique. Classe des Sciences. Mémoires, 2e série, 18, 1-27, 1972.

PASTEELS (J.M.), PASTEELS (J.J.). - Champs morphogénétiques mis en évidence par l'étude au microscope électronique à balayage des soies au niveau des pattes d'abeilles *(Apoïdea, Megachilidae)*. Tissue & cell, 5, 63-82, 1973.

PASTEELS (J.J.), PASTEELS (J.M.). - Etude au microscope électronique à balayage des *Scopas* abdominales chez de nombreuses espèces d'abeilles *(Apoïdea, Megachilidae)*. Tissue & cell, 6, 1, 65-83, 1974.

-!-!-!-!-!-!-!-!-!-

RESUME

La microscroscopie électronique à balayage nous a permis de décrire la morphologie des différentes types de soies constituant les *scopas* d'une petite abeille anthophoride du genre *Exomalopsis*, pollinisatrice des solanacées cultivées en Guadeloupe Dans le cadre d'une étude sur son comportement au butinage nous avons tenté d'analyser les relations entre la morphologie, l'implantation et la fonction des soies scopales.

SUMMARY

The use of a scanning microscope allowed us to describe morphological differences in scopal setae of a little anthophorid bee *(Exomalopsis)*, pollinisator of *solanaceae* in Guadeloupe. We temped to analyse relations between morphology, implantation and gathering function of these scopals setae.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 636-638, 1977.

PHOTOGRAPHY AS A WEED RESEARCH AID[°]

GEORGE C. JACKSON, GEORGE SAMUELS AND CESAR RAMOS-CARO[°°]

INTRODUCTION

In conducting research evaluation the weed control activity of herbicides in vegetables and other crops, the investigator, on occasion, is pressed for time often resulting in either inadequate or erronious sampling. The reasons are many and varied for this inability to dedicate the necessary hours, often required, to this sometimes lengthy procedure of counting individual weed species.

It is known that ; 1/ A photograph made of and parallel to a plane surface, and at a fixed, known elevation will consist of a near constant area that may be calculated in the unit of measurement desired ; 2/ When an object of known dimension is placed on this plane surface, and then the photograph made, the exact area in the photograph may be calculated, and ; 3/ If the photograph of this plane surface with a scale object included, is made on transparency film, processed and mounted, the exact area may be reproduced, if necessary through manipulation of the projector.

The purpose of this paper is to present results obtained utilizing the above statements in relation to the reliability and exactness of counting weed species photographed from a given size versus counting of the species in the same plot in the field.

MATERIALS AND METHODS

A Canon[°°°] camera, model TLB with a FD 50mm f 1.4 lens was comfortably hand held at an elevation of 1.45m (4.75ft) and the area viewed through the lens was measured to be 60cm (1.97ft) wide and 91cm (2.99ft) long, or an area of 0.55m^2 (5.89ft^2). A template was made to these dimensions from 0.63cm (0.25in) plywood, for use throughout this experiment.

Lids having a diameter of 5.5 cm (2.17in) were spray painted white and used as scale indicators. For plot and treatment identification, plastic letters and numbers with adhesive backing, for easy removal were used, being affixed to the upper surface of the scale indicator.

(°) Paper presented at the XIV meeting of the Caribbean Food Crops Society, Institut de la Recherche Agronomique (France), Domaine Duclos, PETIT-BOURG, Guadeloupe, F.W.I., june 27-29, 1977.

(°°) Associate Horticulturist, Agronomist and Assistant Agronomist, Agricultural Experiment Station, Univ. of P. R., Mayaguez Campus, Rio Piedras and Isabela, P.R., respectively.

(°°°) Trade names are used solely for purpose of providing specific information. The mention of trade names does not constitute a guarantee or warranty of equipment or materials by the Agricultural Experiment Station of the Univ. of P.R., or an endorsement over other equipment or materials not mentioned.

To maintain the depth of field and have the scale indicators with plot and treatment identification in focus, small sections of plastic pipe of different lengths were made available to elevate the scale indicator to the same height of the weed seedlings.

A herbicide experiment in progress for 34 days at the Isabela Substation was chosen to evaluate this photographic method. This experiment was a partially balanced incomplete block, three treatments ; six replications, with the objective to determine the effectiveness of EC and WP formulations of the preemergence herbicide Sencor (metribuzin) at the 0.84kg ai/ha) rate on tomato "Walter".

One mini-plot within each treatment was selected at random. The template was placed on this selected area, and with the scale-identification marker in place, the mini-plot was then photographed. The plot was then marked with stakes and cord and the template removed. This procedure was repeated, until all treatments were photographed.

All weeds in the staked plots were then hand harvested, and separated according to specie, counted and recorded.

The transparencies, made on Kodachrome 25 daylight (KM) film were processed and mounted. The slides were projected on a screen of white paper measuring 41.9cm (16.5in) by 68.6cm (27.0in) which provides an area large enough for seedling identification and marking. Felt point marker pens of assorted clors were used to mark the seedlings projected on the paper. The same color of pen was used to mark each weed species. The individual dots, thus representing a single specie, were counted and recorded.

RESULTS AND DISCUSSION

The weed count per plot by actual field count was evaluated against the slide method using a regression analyses. The results are summarized in table 1. It is clearly evident that there is no statistical difference in the slide count method as compared to the field count method. In all cases, the individual weed species gave correlation coefficients of 0.9x and over, with six having correlation coefficients of 0.99.

The fact that the slide count method is just as accurate as the field count method, provides the researcher in weed control investigation with a valuable tool in his field work. Where time is limited in the field, the use of the slide-count method permits the researcher to obtain his data without loss of accurracy.

The time involved in counting weed species either from the slides or in the field is the same, however, the former is more convenient, and a permanent record has been made.

The so called "normal" lenses, those that have a focal lenght of f = 50mm are better adapted to this type of work than the "wide angle" lenses, which may have some distortion, particularly in the corners. Macro lenses are well adapted, permitting close-up photography up to 22.8cm (9.0in) from the subject. The area photographed with a macro lens is usually smaller than the same area photographed with a normal lens.

Although it is beyond the scope of this paper, it should be menthioned that there was no significant difference between EC and WP formulations of metribuzin in weed control. Neither formulation gave effective control of *Cyperus rotundus*, *Echinochloa colonum*, *Oxalis martiana*, or *Euphorbia heterophylla*. The species *Amaranthus dubbis*, *commlina diffusa*, *Parthenium hysterophorus*, *Portulaca oleraceae* and *Richardia scabra* were effectively controled.

Table 1 - The statistical evaluation of the yield count vs slide count method of making weed counts.

Weed species	Weed count/plot		Multiple correlation Coefficient field vs slide
	Field	Slide	
Amaranthus dubius	16.0	15.7	0.99924xx (°)
Commelina diffusa	1.0	0.7	0.94280xx
Cyperus rotundus	21.3	20.0	0.97233xx
Echinchola colonum	319.3	312.2	0.99979xx
Euphorbia heterophylla	316.7	313.0	0.99963xx
Oxalis martiana	145.7	142.7	0.99827xx
Parthenium hysterophorus	18.3	18.0	0.99712xx
Portulaca oleraceae	104.0	100.7	0.99933xx
Richardia scabra	5.0	4.3	0.97053xx

ABSTRACT

Preliminary results are presented which indicate that a given number of mini-plots may be photographed as transparencies during emergencies or periods of heavy work load, and be previewed at a more convenient later date, with the same effectiveness as actual weed population counts made at the same time as the transparencies. The procedure used is outlined. There was no significant difference between weed species counted in the field and weed species counted from slides made of the same plots, at the same time.

RESUMEN

Presentamos resultados preliminares indicativos de que cualquier numero de parcelas pequenas pueden fotografiarse como diapositivas durante emergencias o periods de trabajo excesivo, para verlas mas tarde en fecha conveniente, con la misma efectividad en el contaje de yerbajos que pudiera hacerse al momento de tomar las transparencias. A continuacion explicamos el metodo usado. No hubo diferencias significativa alguna entre los yerbajos contados en el compo y aquellos contados con la ayuda de las transparencias hechas de las mismas parcelas a la misma hora.

(°) Significant statistically at the 1-percent level

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 639-646, 1977.

PROBLEMES POSES PAR LA LUTTE CONTRE LES ADVENTICES DES CULTURES LEGUMIERES EN MARTINIQUE

P. DALY(°) - M. SOITOUT(°)

INTRODUCTION

Un des freins au développement de certaines cultures légumières aux Antilles Françaises est le coût élevé de l'entretien du sol par sarclages manuels. En effet la pluviométrie assez élevée oblige à revenir fréquemment sur la même parcelle, environ toutes les trois semaines : de plus, le coût journalier du travail effectué est plus élevé qu'en d'autres pays tropicaux.

Aussi nous-a-t-il paru nécessaire de commencer les essais de desherbage chimique sur certaines cultures telles que oignons - carottes - patates douces - ignames. L'aubergine, bien que cela soit moins nécessaire, a aussi fait l'objet de plusieurs essais, cette culture étant la seule cultivée à grande échelle en vue de l'exportation.

Les désherbants utilisés ont été ceux cités comme efficaces dans notre région (La Barbade) ou reconnus comme spécifiques des cultures (oignon, carotte). Ce n'est que pour l'aubergine et la patate douce que le choix des produits a été effectué en dehors de toute référence extérieure.

MATERIEL ET METHODES

1°/ Les produits utilisés étaient, par culture ;

Oignon (liliacées)

Chlorthal à 9 - 13,5 - 18 kilos à l'hectare
Methabenzthiazuron à 2,1 - 2,5 - 2,8 - 3,0 - 4,2 - 5,6 kilos/hectare
Iowynil à 3 kilos à l'hectare
Chlorprofam à 3 kilos à l'hectare
Methazol : 2,2 - 3,2 - 4,2 kilos à l'hectare

Carotte (Ombellifères)

Prometryne	1,500 kg à l'hectare	en pré-semis
Linuron	0,750 " " "	et en post-émergence
Chloroxuron	3,500 " " "	en pré-semis

Cycluron + Chlorbufame (0,750 kg + 0,500 kg) en post-semis
Pétrole lampant 120 et 550 litres à l'hectare.

Patate douce (convolvulacées)

Diuron	: 1,6 - 2,4 - 3,2	kilos à l'hectare
Atrazine	: 2,0 - 3,0 - 4,0	" " "
Linuron	: 3,0 - 4,5 - 6,0	" " "
Difenamide	: 4,5 - 6,0 - 9,0	" " "

(°) Ingénieurs de Recherches à l'I.R.A.T. - B.P. : 427 FORT-DE-FRANCE Martinique

Aubergine (solanacées)

Metribuzin : 0,700 kilos à l'hectare
Monolinuron : 1,0 " " "
Ametryne : 2,5 " " "
Trifluralin : 1,2 " " "
CA 7059 : 3 kilos à l'hectare préplantation, incorporation mécanique
CA 7059 : 3 - 4,5 - 6 kg à l'hectare, incorporation hydrique
Chlorthal : 7,5 kilos à l'hectare préplantation, incorporation hydrique.
9 - 10,5 - 12,0 - 18,0 kilos à l'hectare, incorporation hydrique.
Difenamide : 4,8 kilos à l'hectare, préplantation, incorporation mécanique.
Cycluron + Chlorbufame 0,750 - 1,125 - 1,500 kilos à l'hectare

Igname *(Dioscorea alata)*

Diuron : 2,5 kilos à l'hectare
Metribuzin : 1 - 2-3 kilos à l'hectare

2°/ Les dispositifs

Les essais ont été réalisés conformément aux recommandations de la C.E.B.

- Les essais de comportement comportent au moins trois répétitions. Une parcelle témoin non traitée est adjointe à chaque traitement. En plus de la dose supposée optimale on inclut deux doses supérieures : d x 1,5 et d x 2 -

- Les essais de rendement permettant d'étudier la phytotoxicité des produits sont conduits sur quatre répétitions. Afin d'éviter l'interaction adventices plante cultivée la comparaison porte sur des parcelles desherbées à la main traitées et non traitées.

Les notations sur les adventices sont visuelles, elles se font en valeur relative et en pourcentage de couverture.

LE MILIEU

La Martinique offre sur une faible superficie une diversité d' écologies obligeant à la régionalisation des cultures sur de faibles superficies.

La culture de l'aubergine après avoir débuté dans le Nord s'est déplacée vers le Centre et le Sud, pour des raisons sanitaires. Les cultures de l'igname et de la patate douce devraient se développer dans le centre, zone à pluviométrie moyenne et à sols compatibles avec un arrachage mécanique. L'oignon qui pour l'instant ne fait l'objet que de cultures expérimentales sera mieux installé dans le Sud et l'Ouest, zones sèches mais à sols différents. Seule la carotte, faute de moyens d'implantation n'a pas été expérimentée dans son aire d'extension : hauteurs de la côte sous le vent.

Cette diversité nous oblige à orienter l'expérimentation en fonction des possibilités d'extension de chaque spéculation.

Les éléments de climat et de sol de chaque région nous feront mieux comprendre cette diversité.

1°/ Pluviométrie

Le Sud et l'Ouest sont à pluviométrie relativement faible. La moyenne pour les années 1967 à 1975 a été de 1 448,6 mm^{++} à Ste-Anne.

Relevés I.R.A.T. et S.E.C.I. à Sainte-Anne (Sud)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
107,7	77,0	56,6	50,4	64,3	119,8	118,5	150,5	234,2	193,9	118,8	162,9

+ La pluviométrie de 1967 (tempête tropicale) n'a pas été prise en compte.

Au Lamentin la pluviométrie est supérieure. La moyenne 1967-1976 des relevés effectués à l'I.R.A.T., Station Petit-Morne est : 2 122 mm.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
171	106,7	117,3	88,2	102,9	159,8	175,2	231,5	241,3	274,8	204,3	248,8

2°/ Les sols

Les deux zones sèches ont des sols différents : dans le Sud ce sont des vertisols plus ou moins profonds (1 m dans les parties basses du terrain, 20 cm dans les parties plus hautes). Ces sols ont été formés à partir de tufs volcaniques marins, (projections volcaniques déposés en mer puis exondées).

Ils contiennent 40 % à 70 % d'argiles principalement montmorillonites, qui leur donnent des propriétés physiques très difficiles : adhésifs et collants à l'état humide, leur porosité pour l'air devient quasinulle ; à l'état sec, ils se rétractent en se fissurant fortement, tout en gardant une structure extrêmement massive. L'acidité est faible (ph eau voisin de 6,0) la matière organique varie de 1,5 à 3,5 pour cent.

Les préparations de ces sols pour les cultures maraîchères sont très difficiles, si l'on veut arriver à une structure relativement fine : de nombreux passages d'outils sont nécessaires, car si le délitage des mottes peut se faire avec le temps, grâce à l'alternance de petites irrigations et de périodes sèches, cette action est assez lente et relativement superficielle.

Les réserves en eau du sol sont très élevées, mais il est difficile d'en profiter, car les humidités excessives favorisent la structure massive, tandis qu'un dessèchement trop fort provoque une rétraction du sol qui peut causer des dommages au système racinaire. C'est ainsi qu'en cultures maraîchères il faut s'efforcer de ne pas laisser l'humidité du sol varier de plus de 5 à 10 points (soit en moyenne de 30 à 40 % d'humidité pondérale).

Les sols de la Côte caraïbe (Ouest) sont des sols dérivés de ponces volcaniques, évoluant sous un climat à saison sèche marquée. Ils sont très légers en général, et malgré leur pouvoir filtrant ont une bonne capacité de rétention en eau, au moins en profondeur. En surface le dessèchement est assez rapide. Le long des vallées, les sols sont plus sablonneux, la capacité de rétention en eau est moindre, le sol se tasse rapidement en culture (passages divers, irrigations trop fortes ou pluies trop violentes).

Dans le centre les sols se rattachent au groupe des sols ferrallitiques. La vitesse de minéralisation est très grande, le taux de matière organique est souvent faible (1,5 à 4 %). On constate une accumulation importante de ses quioxydes de Fe - Mn - Al dans les horizons A et B. Ils sont très argileux (50 à 60 % d'argile kaolinite) très acides (ph eau 4 à 5,6) et s'effritent en fins agrégats à face angulaire sur le profil.

Le long des rivières les sols sont sableux ; ce sont des alluvions formés d'éléments prélevés sur les sols à allophanes des montagnes du Centre. Ils diffèrent donc des ferrisols.

3°/ Les adventices

Quelle que soit la zone les adventices que l'on rencontre sont les mêmes. Mais leur proportion dans la population varie d'une zone à l'autre et même d'une parcelle à l'autre dans une zone considérée.

Le Cypérus rotondus (cyperacées) se rencontre partout. Il est surtout développé dans les zones humides ou maintenues humides par irrigation. Il répond très rapidement aux fumures apportées à la culture.

Le Cynodon dactylon (graminées) d'une grande plasticité car vivace, stolonifère et peu exigent se rencontre partout.

Les Paspalum frimbriatum et conjugatum (graminées) se rencontrent dans les trois écologies. D'autres graminées Eleusine Indica et Chloris sp se rencontrent un peu partout.

L'Echinochloa (graminées) se rencontre principalement sur les vertisols du Sud. La germination des graines est particulièrement rapide sous irrigation et les jeunes plants de carottes et d'oignons sont rapidement recouverts par l'échinochloa.

Les autres espèces fréquemment rencontrées sont :

L'Amaranthus dubius (amaranthacées) et le portulaca olearacea (portulacacées) qui se trouvent plus souvent au Lamentin et au Carbet qu'à Ste-Anne.

Cleome spinosa colonise surtout les zones sèches du Sud et de l'Ouest. Leonotis nepetaefolia (labiacées) se trouve surtout au Carbet, le ricinus communis (Euphorbiacées) et cucumis anguria (cucurbitacées) au Centre ; Setaria palmifolia (graminées) et Commelina diffusa (commelinacées) dans le Centre et sur la Côte Caraïbe, physalis angulata (solanacées) dans le centre.

Cette liste n'est pas limitative. Nous n'avons cité que les espèces rencontrées le plus fréquemment sur nos points d'essais. Ce qui n'est pas un échantillonage suffisant pour chaque zone, mais est déjà une bonne indication.

Le Cyperus rotondus et le Cynodon dactylon sont difficiles à combattre en culture légumière ; la seconde peut se détruire par des techniques culturales appropriées : rotations, travaux du sol. Le cyperus ne fait que se multiplier, les bulbes présents dans le sol assurant sa pérennité.

Les autres espèces sont plus faciles a éliminer, mais leur élimination entraîne un développement des deux premières. La solution passe obligatoirement dans ce cas par l'utilisation de la rotation avec des plantes nettoyantes, recouvrant bien le sol telles la Canne à sucre, la banane ou simplement le Sorgho quand la structure de l'exploitation le permet.

Dans nos essais nous avons souvent été contraints d'arrêter l'essai en cas d'aubergine, de patate douce ou d'igname en procédant à des entretiens manuels, ou tout simplement la culture lorsqu'il s'agissait d'oignon ou de carotte.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1°/ Sur aubergine

Six essais ont été réalisés.

Le premier sarclage sur les parcelles témoins, a le plus souvent été entrepris trois semaines à un mois après la mise en place - lors d'essais effectués en Décembre - Janvier. Fin Février ce premier sarclage peut devoir être fait plus d'un mois après la plantation. Mais ces plantations tardives sont très rares.

Le Chlorthal permet de retarder de 15 jours l'intervention manuelle ou mécanique. Ce résultat est obtenu avec 9 kilos à 12 kilos de matière active à l'hectare. Les principales adventices combattues sont les graminées, les dicotylèdones telles que : Amaranthus, Portulaca, Cleomé leonotis, Physalis, Commelina.

Le Ca 7059 assure une relative propreté au sol pendant un mois et demi avec des doses comprises entre 3,5 et 4,5 kilos à l'hectare. Les graminées y sont sensibles mais pendant un temps court ; à deux mois l'efficacité n'est relevée que sur l'amaranthe et le pourpier.

Le monolinuron à 1 kilo à l'hectare, l'ametryne à 2,5 kilos, la trifluralin à 1,2 kilo, la Difenamide à 4,8 kilos assurent une protection d'un mois et demi.

Les meilleurs résultats ont été obtenus avec le Ca 7059 à la dose de 4,5 à 6 kilos, enfoui par arrosage, le Chlothal à la dose de 13,5 à 18 kilos enfoui par des moyens mécaniques, et par le métribuzin à 700 grammes à l'hectare, appliqué en préplantation par pulvérisation sur le sol.

Mais ce dernier produit s'est révélé phytotoxique : l'aubergine pouvant disparaître à 30 % à cette dose, ces disparitions entraînant une baisse de 50 % de rendement.

Nous n'avons pas relevé des signes de phytotoxicité lors de l'utilisation des autres produits. Le Ca 7059 n'a pas provoqué de baisse de rendement jusqu'à la dose de 6,0 kilos.

Pendant les deux premiers mois de culture, il est souvent nécessaire d'intervenir deux fois afin de maintenir le sol propre avant que la plante cultivée recouvre le sol.

Une application de chlorthal ou de Ca 7059 a le même effet qu'un sarclage, voire parfois deux sarclages. Cette technique peut donc être intéressante si le coût n'est pas supérieur à un sarclage manuel évalué à 700,00 à l'hectare (6 journées).

Ces produits n'étant pas efficaces sur cypérus rotondus et cynodon dactylon, en cas d'infestation par ces adventices seuls les sarclages, ou l'application de paraquat, sont possibles.

2°/ Sur Carotte

Deux essais ont été effectués : l'un à Ste-Anne, l'autre au Lamentin.

Dans chaque cas les parcelles étaient peu infestées par le Cypérus rotondus et le Cynodon dactylon.

La germination de la carotte a été totale 13 à 15 jours après le semis. Le stade deux feuilles n'a été atteint qu'en 17 jours et le stade trois feuilles en 25 jours.

Quant on sait que le Cypérus rotondus envahit le sol cultivé en 15 jours et que l'Echinochloa germe en 10 jours et se développe plus vite que la Carotte on se rend compte que l'entretient du sol est une course de vitesse.

Des produits employés, seul le mélange cycluron + chlorbufame a été efficace sur l'Echinochloa à Ste-Anne. Il a permis de maintenir le sol propre pendant 1 mois, alors que les autres produits ont été inéfficaces. Malheureusement il s'est avéré toxique pour la carotte. Le semis avait pourtant été réalisé à 2 cm de profondeur et recouvert. L'application de l'herbicide avait été effectuée par pulvérisation suivie d'une irrigation.

La Prométryne et le Linuron, sont plus efficaces que le chloroxuron et le Cycluron. Mais aux doses utilisées le Paspalum est peu touché et l'amaranthe ne l'est pas en totalité.

En post émergence le Linuron n'a pas été efficace sur des adventices déjà développées ; le pétrole lampant utilisé dès l'apparition de la 4e feuille de la carotte, à deux doses 120 litres et 550 litres à l'hectare n'a été efficace qu'à la plus forte dose.

3°/ Sur Oignon

La germination de cette espèce est relativement lente : 10 à 12 jours. Aussi rencontre-t-on au cours de sa culture les mêmes problèmes qu'avec la carotte, les adventices se développant plus vite que la plante cultivée, sensible aux herbicides jusqu'à la quatrième feuille.

Le stade 1-2 feuilles est atteint en 15 jours et le stade 2-3 feuilles en 15-20 jours, le stade quatre feuilles en 30-40 jours.

Or la croissance des adventices est plus rapide : les Paspalum atteignent 3 thalles en 20 jours.

L'Echinochloa germe en 8 jours, atteint les 3 thalles en 15 jours et 4-5 thalles en 21 jours.

21 jours après le semis : Cypérus rotondus a 10-12 feuilles, cléomée 4-5 feuilles trifoliées, les Commelina 4-5 tiges. Un mois après le semis toutes ces adventices sont en floraison.

La rapidité de croissance des adventices limite l'utilisation des herbicides sélectifs sélectifs connus tels que le methabenzthiazuron et le chlorprophame qui sont peu efficaces quand l'oignon atteint le stade de quatre feuilles.

Le Methabenzthiazuron est efficace en post semis à 2-3 kilos à l'hectare sur cleomées, amaranthes, Portulaca, Commelina, peu efficace sur Echinochloa jeune et inefficace sur Echinochloa de plus de trois thalles.

Le chlorprophame à 3 kilos hectare a une action identique.

Une dizaine de jours après l'épandage de l'herbicide, il est nécessaire d'intervenir manuellement (ou mécaniquement) sur l'Echinochloa.

Le Methabenzthiazuron et le Methazol ont été essayés sur l'oignon de repiquage (épandage 15 jours après repiquage). Seul le Méthasol a été efficace entre 3,2 et 4,2 kilos à l'hectare, sur oignons à 4-5 feuilles.

En l'absence d'Echinochloa, le Methabenzthiazuron et le Dacthal ont été expérimentés sur sols sableux du Carbet.

Les parcelles témoins ont été sarclées trois semaines et six semaines après le semis (2 sarclages). Pendant ce temps les parcelles traitées sont restées plus ou moins propres :

Le Chlorthal a été efficace (de 13,5 à 18 kilos/hectare) pendant trois semaines. Passé ce délai il a été nécessaire de sarcler. Les adventices les plus résistantes sont les gramminées (en particulier les Paspalum), et les cléomées (qui disparaissent à 18 kilos).

Le Methabenzthiazuron est très efficace sur gramminées et dicotylédones de 2,8 à 5,6 kilos hectare, mais il est très phytotoxique sur oignon de semis, même à 2,8 kilos/hectare.

4°/ Patate douce

L'application des desherbants a été réalisée deux jours après la mise en place des boutures.

La toxicité de l'Atrazine et du Linuron sont visibles. Les plantes présentent des jaunissements et nécroses des feuilles puis disparaissent.

Le Diuron est très légèrement toxique à 3,2 kilos à l'hectare, et la Difenamide ne provoque aucun ralentissement de croissance de 4,50 à 9 kilos à l'hectare.

Sur ferrisols au Lamentin, le premier sarclage a été effectué un mois après la plantation. Le diuron à 1,6 kilo permet de maintenir le sol propre 15 jours de plus ; à 2,4 à 3,2 kilos à l'hectare le contrôle des adventices est maintenu au moins 1 mois de plus. Pendant ce temps la patate douce a le temps de recouvrir le sol. A 3,2 kilos le cypérus est très affaibli, le cynodon n'est pas détruit. Deux mois après le traitement, les gramminées et l'amaranthe réapparaissent.

La Difénamide agit peu sur Commelina et pas sur Cynodon, le sol est maintenu propre à l'exception de ces adventices, pendant deux mois. Passé ce délai apparaissent Physalis, cléomée, amaranthe, Cucumis angura. Mais la patate douce a eu le temps de se développer et de recouvrir le sol. Les études concernant la productivité en tubercules et les résidus éventuels de pesticides sont en cours.

5°/ L'Igname

Jusqu'à présent les produits utilisés étaient le Diuron et le Linuron Mais leur efficacité est de courte durée. Le cycle de l'Igname est beaucoup plus long que celui de la patate douce, et cette courte durée d'efficacité n'est pas suffisante.

En effet, la germination ne débute pas avant 15 jours - 3 semaines après la plantation et le sol n'est pas recouvert les quatre premiers mois du cycle.

Dans les conditions plus sèches (Bouake en Côte d'Ivoire), l'I.R.A.T. a gardé une culture propre sans intervenir pendant la durée du cycle, à l'aide du Metribuzin. Dans les conditions de l'expérimentation le produit n'a été toxique qu'à 10 kilos à l'hectare, alors que l'efficacité était obtenu dès 2 kilos hectare.

En Martinique cette matière active s'est révélée efficace pendant 2 mois à la dose de 0,700 kilos à l'hectare. Le 10 mai 1977 un essai a été mis en place à 1-2 - 3 kilos hectare. Un mois et demi après la mise en place, alors que deux sarclages ont été effectués sur parcelles témoins, le sol est indemme de toute adventice (à l'exception du cypérus) sur les parcelles traitées.

CONCLUSION

En ce qui concerne les cinq cultures étudiées, les résultats cités sont provisoires, mais peuvent déjà permettre de limiter l'intervention de la main d'oeuvre pour certaines d'entre elles.

Des essais "économiques" restent à faire pour l'aubergine et l'igname, des essais de rendement pour la patate douce et la carotte (en augmentant les doses des produits déjà essayés).

Le problème de l'oignon reste posé, principalement en oignon de semis.

Jusqu'à présent nous ne sommes intervenus qu'au "coup par coup" limitant nos investigations à une culture considérée isolée. Les pratiques culturales en Martinique ne nous permettent pas d'envisager pour l'instant une étude globale incluant la rémanence des produits et leurs arrière-effets sur d'autres cultures. Il nous a paru d'une utilité plus grande d'essayer de réduire le coût du poste entretien du sol de certaines cultures.

Nous sommes conscients de n'y être pas encore parvenus, mais d'avoir simplement abordé l'étude de ces questions.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 647-651, 1977.

THE EVALUATION OF NEW UNREGISTERED PREEMERGENCE HERBICIDES ON CABBAGE(°)

G. C. JACKSON AND E. ORENGO(°°)

INTRODUCTION

Jackson & Sierra (1973, 1974, 1975) evaluated twenty-five, new enregistered herbicides on fifteen vegetable and grain crops. For cabbage, the results were seven candidate materials that demonstrated none or only slight phytotoxic effect on germination and early-juvenile growth processes. Four were not considered, due to their ineffectiveness in controling either broadleaf and/or grass weeds. The remining three chemicals have demonstrated potential value as herbicides for cabbage growing in the tropics, they are : Buban 27, CGA 24705, and Hercules 2234 (Antor). In secondary trials, Jackson & Sierra (1976) have evaluated Antor on okra, with promising results, and also on "Stonehead" cabbage, Jackson & Sierra (1977).

Selected registered preemergence herbicides for weed control in vegetables have been evaluated, and as a results of this work, DCPA (Dacthal) at 11.8 kg ai/ha (10.5 1b ai/ac) was recommended by Jackson, et al (1972, 1976) and Cibes et al (1974) for weed control in cabbage in Puerto Rico.

The purpose of this paper is to present the effects of Antor, Buban 37, CGA 24705 and DCPA on cabbage *(Brassica oleracede "capitata" "Market Prize")*, and on the weed flora associated with that crop.

MATERIALS AND METHODS

This experiment was established during the spring of 1976, at the Fortuna Substation, Juana Diaz, P. R., on a weld prepared field of San Anton sandy loam. This neutral (pH.7.24), friable, brown soil, consists of sand 39, loam 35, and clay 26 % ; with 2.44 % organic matter, and a base exchange capacity of 26.3 meg/100 g.

The seeding of *"Market Prize"* cabbage was accomplished with a Stanhay MK II precision seed drill, following the recommendations of Eavis (1972). Row spacing was 0.91 m (3 ft) center to center, with a spacing of 25.4 cm (10 in) between seed.

The experimental design was partially balanced incomplete block, with five treatments, and five replications. The herbicides were tested for preemergence

.../...

(°) Paper presented at the XIV meeting of the Caribbean Food Crops Society, Institut National de la Recherche Agronomique (France), Domaine Duclos, Petit-Bourg, GUADELOUPE, F.W.I., June 27-29, 1977. Published with the approval of the Director of the University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station as Journal Series n° . 892.

(°°) Associate Horticulturist and former Assistant Agronomist, Agricultural Experiment Station, Univ. of P.R., Mayaguez Campus, Rio Piedras and Juana Diaz, P. R., respectively. Present address of the junior author : Empresas Valdivieso Box 1144, Ponce, P. R. 00731.

activity at the following rates : Antor at 2.80 kg ai/ha (2.5 1b ai.ac), Buban 37 at 3.36 kg ai/ha (3.0 1b ai/ac), CGA 24705 at 3.36 kg ai/ha 3.0 1b ai/ac DCPA at 11.77 kg ai/ha (10.5 1b ai/ac), and a no-treatment control. The herbicides were applied immediately after planting, using a PIO-driven Chem-Farm sprayer transported by a Ford 3000 tractor. Overhead irrigation was applied within 24 hours after herbicide applications were completed. Subsequent irrigation was applied as required. To avoid disturbing herbicidal activity, the crop was not cultivated. Other requirements, such as disease and pest control practices were conducted as recommended by the Estacion Experimental Agricola (1976).

Crop stand was evaluated at 21 days after planting, and percentage weed control at 49 days after treatment, was determined by species count in treated and untreated plots. Grid areas sampled were 0.54 m^2 (5.86 ft^2). Species counted in untreated plots were considered 100 percent population for that individual, and plants found in the treated plots were considered as survivors. The percentage control of each species was calculated mathematically.

The crop was harvested in one picking at 90 days after seeding. Well formed heads having weights of 0.45 kg (1.0 1b) or more were classified as marketable, with the balance of the harvest treated as culls.

RESULTS AND DISCUSSION

Percentage crop stand, determined from plant count made 21 days after planting, is shown in table 1. There was no detrimental effect on seedlings that germinated in DCPA treatments, when compared to the no-treatment control. Buban 37, CGA 24705 and Antor demonstrated varying degrees of phytotoxicity, with Antor being most lethal to seedlings. These results are contrary to those previously reported by Jackson & Sierra (1973, 1977), working with "Stonehead" cabbage in the same area and soil series. "Market Prize" cabbage was used in this experiment under discussion, and these results may indicate that there exists a varietal sensibility of cabbage to Antor. Such cases of cabbage cultivar sensitivity to herbicides, has been reported by Wilson (1972).

Total yield, in metric tons/ha is indicated in table 1. The tonnage of the DCPA treatments was significantly higher than all other treatments in the experiment. There was no significant difference between Buban 37 and CGA 24705 treatments, and both were significantly superior in yield to the Antor and notreatment control. The control treatments were not weeded, and inadequate yield was due to light, water, nutrient competition of the crop/weed population. Antor treatments were low yielding owing to the phytotoxicity to seedlings and the abundance of sub-standard heads.

DCPA applications gave significantly larger harvest of marketable tonnage over all other treatments, as shown in table 1. There was no difference between CGA 24705 and Buban 37, and both treatments were higher yielders than the Antor and notreatment control.

There was no significant difference in the average marketable head weights in the DCPA, CGA 24705, Buban 37 and Antor treatments.

Weed control effectiveness of the chemicals evaluated is shown in table 2. A total of then weed species were recorded, with three being grasses. Due to the variation of common names throughout the Caribbean, and for English and Spanish descriptions and illustrations of these species, the reader is referred to Vélez & Van Overbeek (1950), Adams, et al (1968) and Cardenas, et al (1972).

All four herbicides effected very good weed control of all species recorded. *Triathema portolocastrum* demonstrated more tolerance to Andor, Buban 37, and CGA 24705 than to DCPA. However, with a control of 80-85 %, it cannot be considered a problem weed in these treatments.

Table 1. "Market Prise" cabbage. Herbicides used and rates applied showing effect on total, marketable and cull yield. Tons are metric (2,204 6 Lbs) and head weights in Kgs.

Herbicide	Kgs Ai/Ha.	Percent crop Stand	Total yield		Marketable yield		cull yield	
			Tons/ha.	Avg Head Wt. (kg.)	Tons/Ha.	Avg Head Wt. (kg.)	Tons/	Avg Head Wt. (kg.)
DCPA	11.8	95.3	71.1 a (°)	0.68	56.9 a (°)	0.85 a (°)	14.2	0.34
CGA 24705	3.4	78.3	49.3 b	0.63	42.2 b	0.82 a	7.1	0.27
Duban 37	3.4	85.0	53.8 b	0.60	40.8 b	0.78 a	17.5	0.36
Antor	2.8	57.3	28.5 c	0.45	17.6 c	0.73 a	28.5	0.19
Control	0.0	95.0	18.1 d	0.47	4.8 d	0.61 b	13.3	0.32

Table 2. Percent control of broadleaf and grass weeds by four herbicides evaluated on "Stonehead" cabbage

Weed Species	Antor	Buban 37	CGA 24705	DCPA	No treat
Grasses :					
Digitaria sanguinalis	85	100	100	95	0
Echinochloa colonum	100	100	95	90	0
Eleusine indica	100	100	100	95	0
Broadleafs :					
Amaranthus dubius	100	95	95	90	0
Borhaavia decumbens	95	100	95	100	0
Chamaecrysta aeschynomene	95	90	100	100	0
Cleome speciosa	100	100	100	100	0
Euphorbia heterophylla	100	100	100	95	0
Portulaca oleraceae	100	100	100	100	0
Triathema portolacastrum	85	85	80	100	0
Total control Avg.	96	88	96	96	0

(°) Yields followed by a letter in common do not differ significantly at the 1% level

LITERATURE CITED

Adams, C. D., Kasasian, L., and Seeyave, J. (1968). Common weeds of the West Indies. Univ. of the West Indies, St. Augustine, Trinidad, 139 pp.

Cardenas, J., Reyes, C. E., and Doll, J. D. (1972). Tropical weeds-malezas tropicales. 341 pp. Intl. Plt. CTr., Oregon State Univ., Corvallis, OR.

Cibes, H. R., Almodóvar, L., Jackson, G. C., Vélez, A., and Boneta, E. (1974). Control químico de las malas yerbas en los cultivos económicos de Puerto Rico. Pub. 86 pp. Est. Expt. Agr., C.A.A.M., Univ. P.R.

Eavis, B. W. (1972). Direct seeding of vegetable crops under tropical conditions in Barbados. Proc. Carib. Food. Crops Soc. 10 : 27-37.

Estacion Experimental Agricola, Univ. de P.R. (1976). Conjunto tecnologico para la produccion de hortalizas. Pub. 102, 126 pp.

Jackson, J. C., Almodovar, L. A., Sierra, C., and Mangual, G. (1972). Vegetable herbicide field work in Puerto Rico, 1970-1972. Proc. Carib. Food Crops Soc. 10 : 115.

————————, and Sierra, C. (1973). Primary screening of new unregistered preemerge vegetable herbicides. Proc. Carib. Food Crops Soc. 11 : 428-434.

————————, and ————————, (1973). Primary screening of new unregistered preemergence vegetable herbicides, II. Proc. Carib. Food Crops Soc. 12: 148-152.

————————, and ————————, (1975). Primary screening of new unregistered preemerge vegetable herbicides, III. Proc. Carib. Food Crops Soc. 13 (in press).

Jackson, J. C., Almodovar Vega, L., Sierra Morales, C., Julia, F. J. Mangual Crespo, G., and Ramos Caro, C. (1976). El control de yerbajos en las siembras de hortalizas. Adelantos Cientificos Num. 36, Est. Expt. Agric., C.A.A.M., Univ. P.R.

Jackson, J. C., and Sierra, C., (1976 a). Performance of Gulf S-6797 and Hercules 22234 as preemergence herbicides on Okra. J. Agric. Univ. P.R., 60(3) : 434-435.

Jackson, J. C., and Sierra, C. (1977). Evaluation of Hercules 22234 (Antor) as a preemergence herbicide on Cabbage. J. Agr. Univ. P.R. 61 (in press).

Vélez, I., and Van Overbeek, J. (1950). Plantas indeseables en los cultivos tropicales. Editorial Universitaria, Rio Piedras, P.R. 492 p.

Wilson, H. E. (1972). Weed control in seeded and transplanted cole crops. Veg. Growers News, 27 (5) : 2-3.

ABSTRACT

Three experimental preemergence herbicides ; Buban 37(°°°), CGA 24705, and Hercules 2234 (Antor) were tested for their control capability of weeds, and their effect on the yield of "Market Prize" cabbage. For the seven week period following application, the three chemicals were effective as DCPA (Dacthal) in the control of grass weeds. DCPA was superior to the three experimental herbicides in the control of horse purslane (*Trianthema portolacastrum*). All chemicals demonstrated equal capability in the control of other broadleaft weed species. DCPA treatments were significantly higher in marketable tonnage over the other chemicals evaluated. There was no significant difference in yields of the Buban 37 and the CGA 24705 treatments, of which both were significantly higher than the Antor treatment. There was no significant difference in the individual head weights of marketable cabbage of the four herbicide treatments.

RESUMEN

Los siguientes herbicidas preemergentes, a decir ; Antor, Buban 37, CGA 24705 y DCPA, fueron evaluados en repollo "Market Prize" con los siguientes resultados :

La candidad mercadeable de repollo en los tratamientos con DCPA fue significativamente mayor que en los otros tratamientos. No se encontró ninguna diferencia significativa en cuanto al rendimiento mercadeable con los tratamientos de Buban 37 y CGA 24705. Los tratamientos con Antor fueron los mas fitotoxicos en cuanto a la germinacion y el crecimiento juvenil del repollo "Market Prize", resultando en el rendimiento comercial mas bajo obtenido de todos los tratamientos debido a la reduccion en poblacion de plantas y el tamaño bajo de lo normal de las cabezas de repollo. Todos los herbicidas utilizados en este trabajo produjeron muy buen control de las gramineas. Todos los herbicidas demostraron igual capacidad para el control de yerbajos de hoja ancha. El DCPA fue superior a del Antor, Buban 37, y CGA 24705 en el control del yerbajo, verdolaga de hoja ancha (*Triathema portolacastrum*).

(°°°) Trade names are used solely for the purpose of providing specific information. Mention of trade names does not constitute a guarantee or warranty of materials or equipment by the Agricultural Experiment Station of the Univ. of P.R., or an endorsement over other equipment or materials not mentioned.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 652-658, 1977.

ETUDE DE QUELQUES VARIETES DE CHOUX CABUS

Par P. DALY (°)

1) INTRODUCTION

Cette espèce est cultivée traditionnellement en Martinique, dans les zones les plus favorables : Gros-Morne, Morne-Rouge, Basse-Pointe, Lorrain.

L'I.N.S.E. considère que le choux entre pour 20 % en valeur dans le panier-type de légume frais de la ménagère.

Le prix au détail sur le marché de Fort-de-France varie en fonction de la saison de 2,00 à 4,50 francs. La production locale serait d'environ 210 tonnes produite sur 50 hectares

Les importations sont relativement stables, autour de 100-120 tonnes.

Il nous a donc paru intéressant de poursuivre les essais variétaux commencés dès 1963, afin de mettre à la disposition des agriculteurs le matériel le mieux adapté à leurs conditions.

Ce papier fournit quelques indications sur les variétés étudiées depuis 1972.

Traditionnellement les variétés cultivées étaient des variétés d'origine Française : Marché de Copenhague, Précoce de Louvier - Quintal d'Alsace. Ces variétés donnaient des résultats plus ou moins intéressants en zones de cultures.

Dès 1968, après quelques collections et essais variétaux l'I.R.A.T. recommandait la variété F_1 hybride de l'Ouest (sur 53 variétés testées).

Mais cette variété s'est avérée irrégulière. De plus elle possède un rapport feuille/pomme élevé.

Dès la première reprise des essais sur la Station du Lamentin, nous nous sommes trouvés en présence d'attaques de Xanthomonas compestris. Ces attaques se sont toujours limitées à des tâches foliaires. Il n'y a pas eu de dépérissement des plantes. Sur terrain contaminé, recevant des cultures répétées d'une année sur l'autre le risque existe. Aussi nous avons orienté notre recherche variétale vers le matériel pouvant présenter une certaine résistance à cette bactérie.

Dans ses collections, conduites de 1970 à 1972, Mr. EAVIS à la BARBADE retenait quelques variétés d'origine japonaise dont Emerald Cross considérée comme résistante au Xanthomonas Campestris.

(°) I.R.A.T. Martinique B.P. 427 Fort-de-France - 97 204

2) *METHODE*

Depuis 1972, nous avons donc conduit nos essais sur la station du Petit-Morne au Lamentin, dans le but de trouver une variété adaptée au climat et résistante au Xanthomonas Campestris.

Les critères du choix sont :

- facilité de reprise
- nombre de plantes pommées
- poids moyen des pommes
- fermeté de la pomme
- résistance à l'éclatement de la pomme
- résistance au Xanthomonas Campestris
- précocité

Chaque année deux semis sont effectués, l'un vers Octobre-Novembre, le second vers Janvier-Février. Les plantes se développent donc à deux saisons :

. fin de pluies, températures basses

. saison sèche, températures en élévation.

Les dispositifs adoptés sont soit la collection simple à une ou deux répétitions, soit le bloc de Fisher à quatre-cinq répétitions.

3) *LE MILIEU*

Les sols de la station sont argileux (40 à 60 % d'argile). Il s'agit de Montmorillonite et de Kaolimite. Ils sont dérivés des sols à évolution ferrallitique des collines voisines et particulièrement du Morne-Pitault.

La capacité d'échange et les teneurs en bases échangeables sont importantes (16 à 20 meq % g) surtout calcium et magnésie. Les quantitées de K_2O voisinent 1 meq pour 100 grammes.

Le Ph est relativement bas (ph eau 5,5 environ). Le niveau de P_2O_5 assimilable (méthode Truog) varie de 3 à 10 mg pour 100 grammes.

La pluviométrie est importante, de l'ordre de 2 mètres à 2 mètres 50 : moyenne 2 m 50 par an de 1967 à 1971 - 1,740 de 1972 à 1976.

La répartition au cours de l'année pour l'époque de déroulement des essais a été :(données en mm)

Année	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
1974	75,3	95,5	105,5	214,1	65,5	104,7	113,7
1975	221,4	211,5	69,6	75,7	40,1	62,2	65,9
1976	284,2	160,4	108,1	58,6	34,4	26,0	118,5
1977	51,1	44,9	43,9	-	-	-	-

La station du petit Morne est adossée aux contreforts du Morne- Pitault orientés à l'Ouest ; l'altitude est de 10-12 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Ces conditions ne sont pas celles des régions de culture ; elles sont moins favorables. Mais il s'agit surtout de "trouver" quelques variétés adaptées à l'ensemble des conditions des Isles plus qu'à certaines zones un peu plus favorables. D'autre part, le comportement vis-à-vis du Xanthomonas ne sera qu'indicatif.

4) MATERIEL

Suite aux essais effectués à Barbade et en Jamaïque les variétés étudiées furent surtout d'origine japonaise. Certaines, d'origine Française servirent de comparaison.

Toutes les variétés n'ont pas été reprises à chaque semis, afin d'alléger les dispositifs de mise en place. Il est dans ces conditions difficile de parler de la régularité de l'ensemble des variétés. Ce jugement ne peut être porté que pour un nombre limité de variétés ce qui nous paraît suffisant étant donné l'importance de la culture du choux cabus dans les Isles.

Les variétés étudiées furent :

Saturn N° 45 (72)
Gloryof Enkhuizen (57)
Léo N° 80 (73)
K-K-Cross
Mascotte (59)
HI Crop (56)
Green Express (71)
Tokyo Pride 21 (64)
YR Cross 50 (67)
Atkas N° 70 (62)
Harvester Queen (74)
Velocity Cross (28)
Express Cross (68)
K - Y Cross (66)
Hercules 31 (63)
OS Cross (77)

5) *RESULTATS*

Rendement en pommes "saines"

en tonnes/hectare

I

Variétés	Dates de semis					
	14.01.74	27.11.74	27.03.75	08.01.76	24.11.75	30.11.76
127	24,4 a	32,6	6,7 abc	24,5 a	21,6 a	22,9 a
172	24,1 a	27,2	6,4 bc			
59	23,5 a	18,9	5,8 c			
73	15,4 b			21,1 a	21,6 a	20,1 a
56	12,9 bc					
57	8,4 c					
71	7,1 c	21,3				
64		18,7		19,9 a		
167		35,5	11,0 ab	24,3 a	19,0 ab	22,9 a
162		31,0	13,4 ab	23,7 a	21,4 a	18,4 a
174		30,3	13,6 a	31,9 a	14,9 b	
28		11,7				
68		21,7				
166		34,4		23,9 a		20,7 a
63		14,1				
77						22,8 a
76				20,4 a		

Nous remarquons en examinant le tableau I une certaine variation dans le rendement de pommes commercialisables ou "saines".

- Pour une même variété les rendements sont les plus élevés et relativement constants pour les semis de fin Novembre à début Janvier.

Au-delà de cette date les rendements sont moins bons, les plantes étant soumises à des conditions de températures et de pluviométries plus dures.

- Il s'est avéré difficile de séparer certaines variétés, leur comportement étant similaire. Les résultats globaux du tableau I, et les résultats des analyses statistiques qui les accompagnent nous l'indiquent.

...

Nous avons donc un groupe de variétés pour lesquelles nous donnons en tableau II l'indication de certaines caractéristiques.

Ces variétés à rendements équivalents sont :

- KK Cross, Saturn n° 45, Atlas n° 70, YR Cross 50
- Harvester Queen - K-Y Cross.

Les composantes de ces rendements :

- Nombre de plantes pommées et poids d'une pomme, sont sensiblement de même ordre de grandeur.

Les observations sont indiquées dans le tableau II.

II

	Poids d'une pomme en gram.	Pourcentage d'éclatement	Pourcentage de pourris	début de récolte	durée de récolte	forme de la pomme
KK Cross	770 à 1300	0%	60 % à 0 %	entre 68 et 87 jours	entre 12 et 30 jours	plate
Saturn 45	730 à 1150	0%	60 % à 5 %	entre 68 et 86 jours	entre 12 et 27 jours	plate
Atlas 70	840 à 1800	0%	35 % à 3 %	entre 68 et 86 jours	entre 12 et 27 jours	plate
Y R Cross 50	870 à 1300	0%	50 % à 1 %	entre 68 et 87 jours	entre 12 et 27 jours	plate
Harvester Queen	710 à 1150	0%	40 % à 0 %	entre 68 et 87 jours	entre 12 et 21 jours	ronde
K Y Cross	910 à 1310	0%	50 % à 1 %	entre 68 et 87 jours	entre 12 et 21 jours	plate

Semis	14.1.74	27.11. 74	27.03.75	24.11.75	08.01.75	30.11.75
Saturn fermeté O Xanthomo- nas +	1	4 tipburn éclatement	7,0 tipburn éclatement			
KK Cross fermeté Xanthomo.	1	6	7,5	fermeté O	moyenne	 O
Atlas 70 fermeté Xanthomo.		6	9,0	fermeté O	très ferme	
YRCCross 50 fermeté Xanthomo.		14	8,0 O		légère- ment creuse	 0,5
Harvester Queen fermeté Xanthomo.		5	9,5 90	ferme	ferme	
KY Cross fermeté Xanthomo.		16			moyenne	 4

O : note de 1 à 10 : 10 indiquant la fermeté maximum

+ : note d'infestation de O à 20, fonction du nombre de pieds atteints et du nombre de tâches par pied.

Les poids moyens d'une pomme varient en fonction de la saison aux environs de 800 grammes en période chaude (semis de Mars) à 1 200 grammes en période plus fraîche (semis de Novembre à Janvier).

Dans nos essais le pourcentage d'éclatement a été nul, mais il peut exister à température élevée quand on tarde à récolter. Nous avons eu surtout des pourritures de la pomme en semis fin de mars.

Les débuts de récoltes et la durée des récoltes sont variables. Mais il ne semble pas que cette variation soit en fonction de la date de semis. Nous avons en effet observé des cycles courts aussi bien en semis de fin Novembre que de fin Mars ; il en existe de même pour les cycles longs ainsi que pour les durées de récolte.

Ces observations étant insuffisantes pour tenter de séparer ces variétés, nous avons cherché d'autres caractéristiques, telles que sensibilité au Xanthomonas Campestris et fermeté de la pomme notées en tableau III.

- Atlas 70 et Harvester Queen sont plus fermes que les autres.
- Harvester Queen est très sensible au Xanthomonas, Y R Cross 50 et K Y Cross moyennement sensibles, Saturn, KK Cross et Atlas 70 peu sensibles.

Ces observations n'étant pas consécutives à des infestations artificielles, elles ne sont qu'indicatives. En effet, l'infestation a été variable d'une année sur l'autre et même d'un semis à l'autre au cours de la même année, les notes données ne peuvent être valables que pour la culture à laquelle elles sont rattachées.

6) *CONCLUSION*

Compte tenu des diverses observations précédentes, et provisoirement nous pouvons recommander aux structures de développement l'usage en zones de culture de variétés hybrides telles que K-K Cross et Atlas 70, sous réserves que cet usage ne doit pas être étendu trop rapidement mais doit faire l'objet d'observations permettant de déceler des défauts qui ne se seraient pas présentés dans nos conditions de culture.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 659-667, 1977.

AGRONOMIC STUDIES ON WHEAT CULTIVATION IN THE DOMINICAN REPUBLIC

Par Frederico CUEVAS-PEREZ (°)

INTRODUCTION

Wheat has been always grown in temperate regions, but consumed worldwide. Tropical regions, such as the Dominican Republic, depend on importation for their needs. Wheat importation has increased during the period from 1954 to 1974 from 15,600 tons with a value of US $ 1.8 millions (1) to 86,500 tons with a value of US $ 21,8 millions (2). Due to lower temperatures during the winter months in some important cropping zones of the country, wheat cultivation merited investigation in order to reduce such imports. It also had potential as another crop in the limited rotation cycle of the winter months. Some attempts have been made to yield test wheat in the Dominican Republic (Vloeberg, 1963 ; Pérez, 1968) and to study its physiological characteristics in the tropics (Midmore, 1976).

Vloeberg (1963) studied wheat cultivation in three different altitudes; 400 mts., 600 to 700 mts., and 1,200 mts. in the Dominican Republic during three years. He observed higher yields with an increase in altitude, and that autumn was the best planting season. Midmore (1976) studied the effects of temperature, irradiance and day length on various aspects of wheat growth in four tropical sites in Mexico ranging in altitude from sea level to 2,640 mts. during the winter. He observed that high temperature accelerated all morphogenetic processes and concluded that although growth was faster, yield was lower in hotter sites.

MATERIALS AND METHODS

Ten wheat varieties (Table I) were planted on November 24 and December 23, 1975 ; January 22, November 23, and December 22, 1976 in a fine silty, mixed, isohypothermic, typic haplustoll soil at La Herradura (altitude : 160 mts. ; latitude 19, 27'N), Santiago, Dominican Republic. The first three planting dates were considered as first year and the last two as the second year. A randomized block design with three replications was used, except for the November 1976 planting when only two replications were recorded. Plots were 9 rows, 20 cms. apart, 1,5 mts. long, harvesting 1.0 square meters in the center of the plot. Seed was planted at 100 kg/ha and fertilization was 50 kg P_2O_5/ha and 50 kg N/ha at sowing and 50 kg N/ha four weeks after sowing. Irrigation was applied for germination and at periods ranging from 10 to 15 days. Insect control was done by spraying commercial insecticides (Sevin and Azodrin) ; no important diseases were observed.

Yield, number of fertile spikelets per ear, number of plants per square meter at harvest, plant height, days to 50 % flowering days to 50 % maturity, and 100 grains weight were recorded for all planting dates. Yield was expressed in grams per square meter ; ten plants were randomly taken to calculate plant height and number of fertile spikelets per ear.

(°) Instituto Superior de Agricultura

(1) Comercio Exterior, 1954

(2) Estado de Situación, Instituto Nacional de Estabilización de Precios (INESPRE), 1974

Tillers were counted weekly in the November and December 1976 plantings, starting 4 weeks after sowing until 50 % flowering. The percentage of tiller survival was calculated by dividing number of tillers at harvest by the highest recorded tillers number in the weekly counts.

TABLE I

Name and origin of wheat (*Triticum aestivum, L*) varieties planted during two years and five planting dates at La Herradura, Santiago, Dominican Republic.

Variety Name	Source
Tcl Beagle	CIMMYT
Sonora 64	CIMMYT
Tcl Yoreme	CIMMYT
7 Cerros 66	CIMMYT
Ciano Jn	Dr Robert Cheaney
Anza	CIMMYT
INIA 66	Dr Robert Cheaney
Pitic 62	CIMMYT
Mengavi 8156	CIMMYT
Trigo de Egipto	Dr Robert Cheaney

An analysis of variance for experiments repeated in time and space, using planting dates in place of locations, was used to analyse yield variations. Correlation coeficients on number of plants per square meter at harvest percentage tiller survival and 100 grains weight-yield were calculated. Data is discussed in relation to temperature and rainfall.

RESULTS AND DISCUSSION

Data recorded on each planting date is presented in Tables II,III. Observed differences among planting dates are thought to be due to temperature and rainfall variations (Table IV). Higher temperatures affected yield negatively, because they hastened metabolism, thus decreasing dry matter accumulation (Midmore, 1976).This effect can be observed through higher tiller mortality in varieties with higher tillering capacity, meaning more tillers with an increase in mortality due to competence (TableVI). It was also observed that flowering period was shorter and grains lighter with an increase in temperature during their period of expression. Yield differences among varieties and between the two studied years were highly significant (Table V) . Varieties Tcl. Beagle, Sonora 64, Tcl. Yoreme, and 7 Cerros yielded aroung250 grams/m2 (2.50 ton/ha) which is higher than those reported by Vloeberg (1963). His best planting date in the altitude of 400 mts. had a maximum yield of 2.15 tons/ha. Furthermore these varieties were as high yielding as his for 600 to 750 mts. of altitude where his best variety yielded 2.48 tons/ha. These yields are about one third of those of temperate zones, (CIMMYT, 1976), but under tropical conditions the crop cycle is about half as long.

Since there was a highly significant difference between the two studied years, varieties for the tropics should be tested for at least two years. Even though there was no statistically significant difference between the November and December planting dates, December plantings were the most consistent in yield,250 grs/m2

in the first year and 202 grs/m2 in the second. These correspond with 299 grs/m2 in the first year and 119 in the second for November plantings.

Tiller survival (Table VI) tended to be higher when the temperature during tillering period became lower. Thus, the maximum number of tillers was lower and as a result there was less competition among tillers. Correlation estimates on yield components (Table VII) showed plants per square meter to be significantly correlated with yield in the tropics. These results agree with those of Midmore (1976). He also pointed out the high significance of high tiller survival associated with high yields for tropical sites. In this study there was not such significant correlation. Difference may well be due to his counting schedule (6 weeks after sowing, which tended to reduce maximum tiller number in early varieties. By counting early varieties at 6 weeks, already the date of maximum tiller number had passed, and the effects of tiller competition had already started. Since these early varieties also happened to be the highest yielders in his data, this explains his finding of high tiller survival correlated with high yield.

From these data it can be assumed that wheat has the potential to yield a reasonable crop under tropical, low altitude conditions. Wheat could be considered as an economic alternative in crop rotation for use during winter months in the Dominican Republic. The rather unsophisticated agronomic requirements of this crop suggest it could be adapted by small and medium size farmers since it promises to increase incomes without implying a great deal of change in their farming systems. The selection of varieties adapted to the cropping systems. The solution of agronomic questions (weed control, harvesting, etc.) and government support are the next steps before wheat can be commercially grown in the Dominican Republic.

ABSTRACT

Ten (10) wheat, *Triticum aestivum (L.)*, varieties were planted in November, December and January 1975-1976 and November and December 1976 at La Herradura (altitude : 160 mts.), Santiago, Dominican Republic, to study wheat as a potential winter crop. Yield, number of plants per square meter, number of fertile spikelets per ear, 100 grains weight, days from sowing to flower, and days to 50 % maturity, and percentage of tiller survival were recorded. Although no statistical difference was observed between November and December plantings, December plantings were the most consistent in yield. Yield varied from 259 to 127 grams per square meter. There was a highly significant difference in yield between the two years which is thought to be due to differences in temperature and rainfall. Number of plants per square meter was significantly correlated (r=0.66) with yield. It was observed that flowering was shorter and grains lighter with an increase in temperature during their period of expression. Varieties with higher tillering capacity had a lower percentage of tiller survival especially when planted at higher temperatures. It is clear from these findings that there is some potential for wheat as a winter crop in La Herradura, Dominican Republic and other parts of the country with cool winters.

Variety (1)	PLANTING DATE					
	November 1975	December 1975	January 1976	November 1976	December 1976	Mean
Tcl Beagle a	338	245	284	162	264	259
Sonora 64 ab	397	335	229	101	188	250
Tcl Yoreme ab	397	359	160	104	225	249
7 Cerros 66 abc	335	318	187	155	224	243
Ciano Jn abc	353	323	180	137	163	227
Anza bc	279	282	228	143	194	211
INIA 66 c	281	249	188	143	194	211
Pitic 62 d	223	232	128	103	210	179
Mengavi 8156 d	212	115	167	90	205	158
Trigo de Egipto e	176	120	118	67	155	127
Mean	299	258	187	119	202	

TABLE II

Yield (grams per square meter) of 10 wheat varieties planted in five different planting dates at La Herradura, Santiago, Dominican Republic

(1) Varieties with the same letter do not have significant difference.

Varieties	Plant height (cms.)	Days to flowering	Days to maturity	Plants/m2	Fertile spikelets per ear	100 grains weight (grs.)
Tcl Beagle	95	70	105	243	27	3.8
Sonora 64	67	52	85	370	16	3.3
Tcl Yoreme	76	52	85	336	18	3.4
7 Cerros 66	71	53	92	312	17	3.1
Ciano Jn	69	53	85	390	16	3.1
Anza	71	60	104	388	17	2.9
INIA 66	74	57	99	350	18	2.9
Pitic 62	75	72	112	272	20	3.1
Mengavi 8156	58	85	120	323	19	3.0
Trigo de Egipto	83	93	117	291	18	3.3

TABLE III

Plant height, data on cycle and yield components recorded on 10 wheat varieties planted over 5 planting dates at la Herradura, Santiago, Dominican Republic

Temperature	1975		1976				1977				
	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	March	Apr.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	March
Maximum	29.39	25.54	27.36	27.52	29.07	29.87	30.76	30.51	28.28	31.34	31.42
Minimum	18.38	17.43	16.36	17.64	17.83	18.93	20.44	18.54	17.77	19.14	18.77
Average	24.38	21.48	21.86	22.58	23.58	24.40	25.60	24.52	23.02	25.24	25.09
Rainfall (mms)	219.40	162.80	39.80	63.30	17.00	79.3	10.7	16.6	36.30	9.2	1.0

TABLE IV

Meteorological data recorded during the experiment

TABLE V

Analysis of variance for yield combined over 2 years and 3 planting dates

Source	D.F.	MC
Total	139	
Planting dates (PD)	2	19954.00 °
Years (Y)	1	204300.55 °°
Y x PD	2	58689.27 °°
Reps in Exp.	13	
Error (a)	7	2026.14
Varieties (V)	9	3275.62 °°
V x PD	18	3117.62 N.S.
V x Y	9	8961.33 °°
Error (b)	85	2353.48

° Significant at the 0.05 level.

°° Significant at the 0.01 level.

TABLE VI

Maximum tiller number and per cent tiller survival recorded during two planting dates at La Herradura, Santiago, Dominican Republic

Variety	November 1976		December 1976	
	Maximum tiller number	Tiller survival (%)	Maximum tiller number	Tiller survival (%)
Tcl Beagle	555	36	683	39
Sonora 64	447	86	659	38
Tcl Yoreme	786	36	497	53
7 Cerros 66	738	42	517	64
Ciano Jn 512	512	72	479	53
Anza	780	53	626	49
INIA 66	842	45	566	56
Pitic 62	949	22	631	53
Mengavi 8156	894	24	748	60
Trigo de Egipto	1042	18	853	44

TABLE VII

Correlation coeficients (r) between yield and yield components

	Yield
Number of plants/m2	0.66 (°)
Number of fertile	0.57 N.S.
Spidelets/ear	
Grain weight	0.19 N.S.
Tiller survival	0.25 N.S.

(°) Significant at the 0.05 level.

REFERENCES

- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1976), CIMMYT Review 1976, El Batán, Mexico.
- Midmore, D.J. (1976), "Growth, Development and Yield of Wheat *(Triticum aestivum L.)* in the Tropics". PhD Thesis, Department of Agricultural Botany, University of Reading, England
- Pérez, R. (1968). Dominican Republic Secretariat of Agriculture. Centro Nacional de Investigación, Extension y Capacitación Agropecuaria , "Personal Communication".
- Vloeberg, A. (1963), "Contribution à l'étude du Comportement des variétés de Blé Tendre et leurs Qualités en Climat Tropical". L'agronomie Tropicale 18 (4) ; 381-425.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 668-669, 1977.

PREMIERS RESULTATS D'UNE ETUDE D'ANALYSE FOLIAIRE SUR L'AVOCATIER "LULA" A LA MARTINIQUE

Y. BERTIN - JP BLONDEAU et M. DORMOY.

- RESUME

La culture de l'avocatier prend actuellement une place de plus en plus importante dans l'économie martiniquaise - 1000 T en 1975, 5000 T prévu en 1982 -

L'ensemble des problèmes nutritionnels de cette culture prend une nouvelle dimension avec le développement de la production, et le diagnostic foliaire, nous à parru un moyen efficace pour répondre aux questions de fertilisations -

Cette étude a permis de :

- Mettre au point la technique d'échantillonnage (choix des feuilles, nombre de feuilles),

- De comparer les normes employées dans d'autres pays (Israël, Floride, Californie, Côte d'Ivoire),

- De déterminer des normes, et des époques de prélèvement pour la Martinique,

- De mettre en évidence, les relations climat, techniques culturales, avec les teneurs en éléments des feuilles.

- RESULTATS :

- Choix des feuilles : Feuilles âgées de 4 à 5 mois, dépourvues de chloroses, nécroses, brûlures apicales et de dommages dus aux parasites.

- Normes provisoires de niveaux foliaires de référence pour la variété "Lula" en Martinique -

N	1,6 à 2,2	p. 100 de MS
P	0,1 à 0,3	" " "
K	0,5 à 2,4	" " "
Ca	1 à 3	" " "
Mg	0,3 à 0,5	" " "

- Epoques de prélèvements :

Novembre - Janvier et Mai - Juin -

Cette étude devrait permettre un meilleur contrôle de la fertilisation dans les vergers d'avocatiers, par un contrôle annuel ou bisannuel, des niveaux foliaires en éléments moyens pour la variété "Lula".

NB. Cette communication correspond à une publication faite sous le même titre dans la revue Fruits n° 7-8, 1976, p. 469-471.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 3, 3/4, 670-683, 1977.

CARENCES PROVOQUEES EN ELEMENTS MAJEURS CHEZ LA GRENADILLE *(PASSIFLORA EDULIS. SIMS. "FLAVICARPA")*

J-P. BLONDEAU(°) - Y. BERTIN(°)

CROISSANCE ET SYMPTOMES

La culture de la grenadille importante au Sri-Lanka (3), au Kenya (1), mais aussi dans d'autres pays (Afrique du Sud, Australie, Hawaï, Réunion (2) suscite aux Antilles l'intérêt de quelques agriculteurs. Le fruit essentiellement transformé en jus, est très apprécié localement, et la demande d'industriels européens n'est pas à négliger.

Si certains auteurs (8-7-10) décrivent les principales techniques culturales, très peu de données sur la physiologie de cette plante sont acquises, et en particulier sur la symptomatologie des troubles de la nutrition, c'est ainsi que sur la station IRFA de la Martinique un essai en hydroponie a été mis en place. Le but de l'étude est de mettre en évidence et de décrire les troubles causés par des carences totales en éléments majeurs.

I - MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif

1.1.1. Bacs de culture :

Pour la culture hydroponique on a choisi des fûts métalliques revêtus intérieurement d'une doublure plastique ; le volume utile de 120 l. (diam. 60 cm. haut. 45 cm) a paru suffisent pour une culture d'une durée de huit mois.

1.1.2. Support :

Il convenait de trouver un support le plus pauvre possible en éléments minéraux et permettant un développement harmonieux du système racinaire. Le choix s'est porté sur un sable de carrière lavé dont l'analyse chimique est la suivante.

pH	6,2
Matière organique	0 g %
Azote total	0 g %
Potassium échangeable	0,02 meq %
Calcium échangeable	0,21 "
Magnésium échangeable	0,20 "
Phosphore (P_2O_5 Truog)	16 mg %

Le taux élevé de phosphore peut paraître très inquiétant pour une carence totale. Aucun autre support n'étant disponible, l'étude a tout de même débuté ; malgré cela les symptômes de carences en phosphore sont apparus un mois après le début du traitement carenciel.

(°) IFAC Martinique - 3,500 km Route de Moutte - FORT DE FRANCE

1.1.3. L'eau :

Les quantités d'eau nécessaires à l'expérience étant importantes (640 l. par semaine) il était matériellement impossible d'utiliser de l'eau distillée. On a donc choisi de se servir d'eau de pluie, recueillie dans une cuve préservée contre la corrosion.

1.1.4. Disposition sur le terrain :

64 fûts répartis en 8 lignes de 8 fûts (3 m. sur la ligne, 2 m. entre les lignes) ont été disposés sur le terrain comme l'indique la figure 1. Le fil de palissage est situé à une hauteur de 1,50 m, au-dessus du collet de la plante. La conduite jusqu'au fil horizontal est effectuée à l'aide d'un tuteur en bois (fig. 1).

1.1.5. Mode d'alimentation :

Chaque semaine, le volume de solution nutritive nécessaire est préparé et stocké dans un fût en matière plastique.

Le mode d'alimentation utilisé, est le procédé classique d'irrigation par dessus à solutions perdues.

1.2. Choix des solutions nutritives

Ne possédant aucune donnée sur la culture hydroponique de la grenadille, on a adopté la formule nutritive n° 2 toutes plantes de HOAGLAND et ARNON (6).

Pour le choix des formules carencées, une compensation sensiblement égale entre les ions de même signe est effectuée de sorte que le rapport entre les ions de même signe et le rapport anions sur cations ne soient pas modifiés.

Formule de HOAGLAND et ARNON n° 2

Nitrate de calcium	4 mM/1
Nitrate de Potassium	6 mM/1
Phosphore mono ammonique	1 mM/1
Sulfate de Magnésium	2 mM/1
Sulfate ferreux (5 H_2O)	10 mg/1
Acide borique	2,86 mg/1
Chlorure de Manganèse (4 H_2O)	1,81 mg/1
Sulfate de Zinc (7 H_2O)	0,22 mg/1
Sulfate de cuivre (5 H_2O)	0,08 mg/1
Molybdate de Sodium	0,02 mg/1

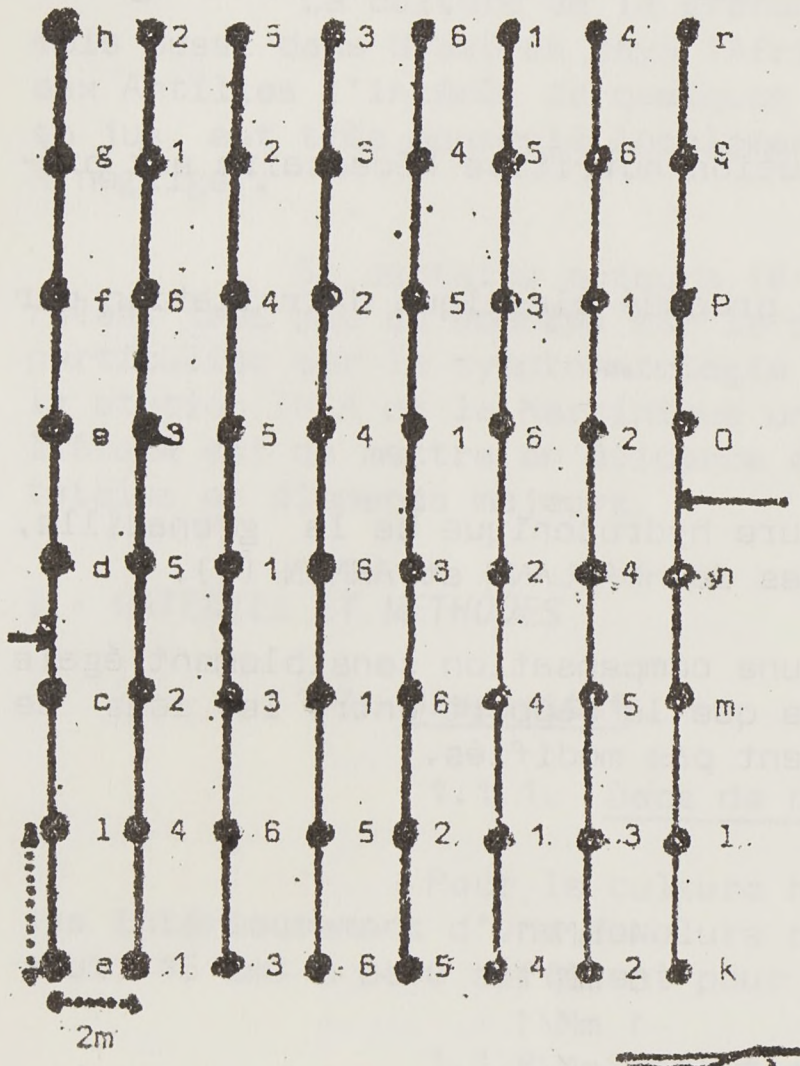
Ce qui donne pour l'équilibre :

	NO_3^-	$1/3 Po_4^{---}$	$\frac{1}{2} So_4^{--}$	K^+	$\frac{1}{2} Ca^{++}$	$\frac{1}{2} Mg^{++}$	NH_4^+	H^+
Solution complète	14	3	4	6	8	4	1	2
Carence en N	0	8	12	6	8	4	0	2
Carence en P	15	0	4	6	8	4	1	0(*)
Carence en K	14	3	4	0	12	6	1	2
Carence en Ca	14	3	4	10,8	0	7,2	1	2
Carence en Mg	14	3	4	7,7	10,3	0	1	2

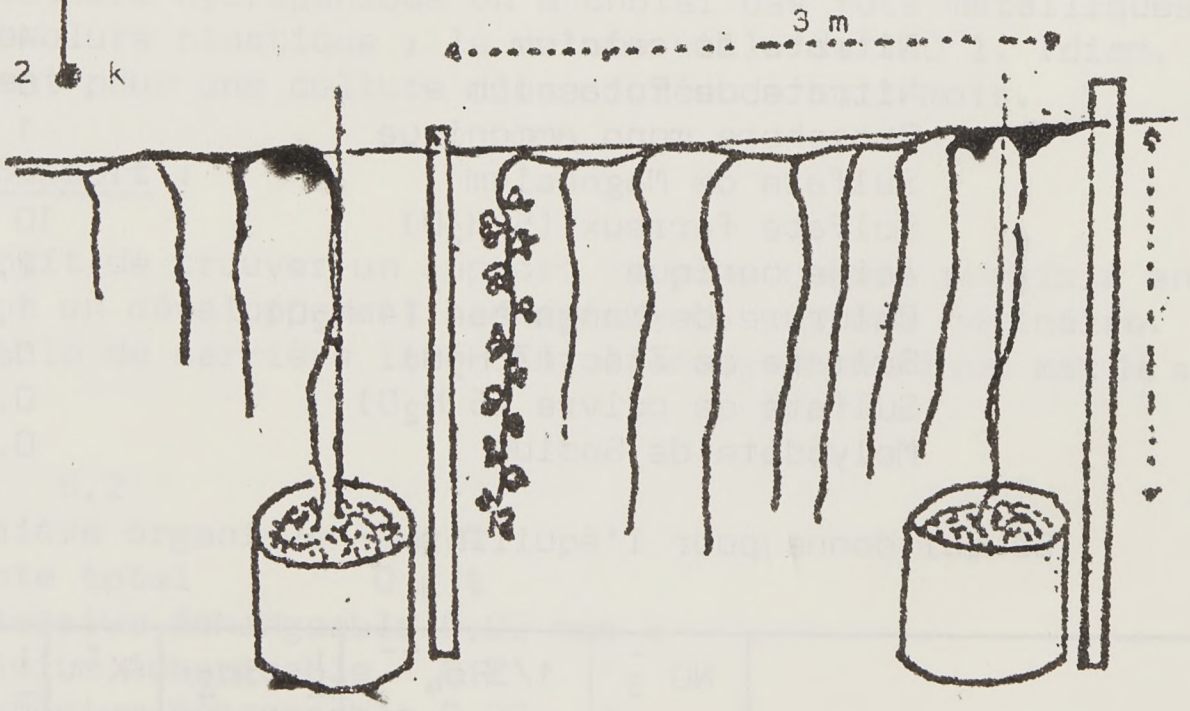
(*) qsq H_2So_4 pour obtenir le même pH que la solution témoin

Figure 1

Plan du dispositif



1 : témoin
2 : Carence en Azote
3 : Carence en Phosphore
4 : Carence en Potassium
5 : Carence en Calcium
6 : Carence en Magnesium



Technique de palissage
et de culture

1.3. Conduite de l'essai

1.3.1. Matériel végétal :

Le semis a été effectué dans un terreau désinfecté à partir de graines issues de fruits sélectionés par leur poids et leur aspect, et provenant d'une même plante. Au stade 2-3 feuilles les plantules ont été repiquées dans un mélange terreux léger. Lorsque les plants ont atteint 15 cm. (7.8 feuilles développées) ils ont été soigneusement arrachés, leurs racines lavées, et aussitôt plantés dans les fûts contenant le sable préalablement humidifié.

1.3.2. Alimentation en sels, en eau et drainage :

Les besoins en eau de la grenadille varient selon les auteurs (5) de 800 mm. à 1750 mm. par an. Compte tenu du support de l'effet d'oasis créé, et de l'échauffement des parois du fût, la valeur maximale a été retenue, ce qui correspond à des apports hebdomadaires de 10 l/plant. Les apports minéraux ont débuté dès la transplantation et ont été régulièrement poursuivis jusqu'à l'arrachage des plants. La dose hebdomadaire de 10 l. de solution nutritive était répartie en deux arrosages.

Selon les conditions climatiques, un ou plusieurs apports d'eau ont été effectués en complément chaque semaine.

Pour faciliter le drainage, une couche de 10 cm. de gravier garnissait le fond de chaque fût.

1.3.3. Conduite de la liane :

La technique de palissage utilisée est la suivante :

La plante est tuteurée verticalement jusqu'au niveau du fil horizontal en éliminant toutes ramifications. Par la suite les ramifications secondaires naissant le long du fil sont respectées, toutes les vrilles étant régulièrement pincées pour permettre à ces rameaux de tomber en rideau à partir de la branche principale. Si des ramifications tertiaire apparaissent elles sont systématiquement supprimées pour éviter un enchevêtrement important des rameaux. La tige principale, lorsqu'elle atteint la liane suivante, est alors conduite comme un rameau secondaire jusqu'au sol. Lorsque le sol est atteint, les rameaux sont tout d'abord pincés à leur extrémité puis lorsque la fructification est terminée, taillés à trois yeux. On permet alors à un seul rameau de type tertiaire de remplacer la ramification secondaire manquante.

1.3.4. Lutte anti-parasitaire :

Au cours de cet essai seules des attaques de chenilles défoliatrices ont été constatées. Elles ont été facilement contrôlées par des pulvérisations de Méthyl-parathion à 0,1 % (40 % de M.A.).

1.3.5. Observations :

La première mesure à effectuer est bien sûr l'accroissement de la tige principale. Complètée par les mesures hebdomadaires des rameaux secondaires, elle a permis d'établir pour chaque plant des courbes de croissance. Ont été également notés, le nombre de feuilles émises, susceptible de donner une indication sur la longueur des entre-noeuds, les dates des premières floraisons, ainsi que les récoltes (poids, nombre de fruits).

Le principal but de cet essai, outre l'effet des traitements carenciels sur la croissance, était la mise en évidence des symptômes visuels. Une attention toute particulière a donc été apportée à l'observation des feuilles, leur position, leur

dimension, leur port, leur forme, et leur coloration.

En fin d'expérience la pesée du végétal et de ses différents organes permet d'établir un bilan comparatif traduisant la malnutrition subie.

1.3.6. Prélèvements foliaires :

L'analyse foliaire en cours de végétation complète utilement les observations précédentes. Les résultats de MARCHAL et BOURDEAULT (9) sur l'échantillonnage foliaire de la grenadille ont été utilisés.

L'ensemble de ces résultats sera présenté ultérieurement.

2 - RESULTATS

Les principaux résultats sont résumés dans :

Tableau I : bilan en fin d'essai
" II : récolte moyenne par plant
Courbe I : croissance moyenne de la tige principale
" II : croissance moyenne du plant entier.

2.1. Comportement de la plante en culture hydroponique

En se référant aux plants témoins convenablement nourris, on a pu constater un développement satisfaisant de la plante en hydroponie. A un stade de végétation normal pour la plante, la floraison a débuté en mai-juin correspondant à l'époque normale de floraison aux Antilles.

Pour chaque carence une assez bonne homogénéité de la croissance de la tige principale a été obtenus. Si l'on constate quelques différences, celà provient essentiellement des plants de petite taille (10 cm) qui ont un démarrage plus lent. Ce retard se rattrape chez les témoins, mais plus difficilement chez les plants carencés.

2.2. Croissance des témoins

Dans la croissance de la tige principale, trois étapes se distinguent :

- Période de démarrage 20 j.
- croissance rectiligne 1,5 mois
- ralentissement dans la vitesse de croissance correspondent aussi à l'émission des rameaux secondaires.

Durant les premières semaines, l'alimentation en sels a peut être été un peu excessive. En effet la coloration vert foncé du feuillage peut traduire un excès d'azote.

Les premières floraisons ont été assez groupées dans la semaine du 13 au 20 mai, soit deux mois après le début de l'essai.

Les fruits récoltés à partir de fin juin-début juillet étaient tout à fait normaux d'un poids moyen de 83 g. en août, 73 g. en septembre et octobre.

En moyenne chaque plant témoin a fourni 2,36 kg. d'août à Octobre.

2.3. Carence en azote

L'azote conditionnant la croissance et le rendement, il n'est pas éton-

Tableau I - Poids des plants à l'arrachage (en kg)

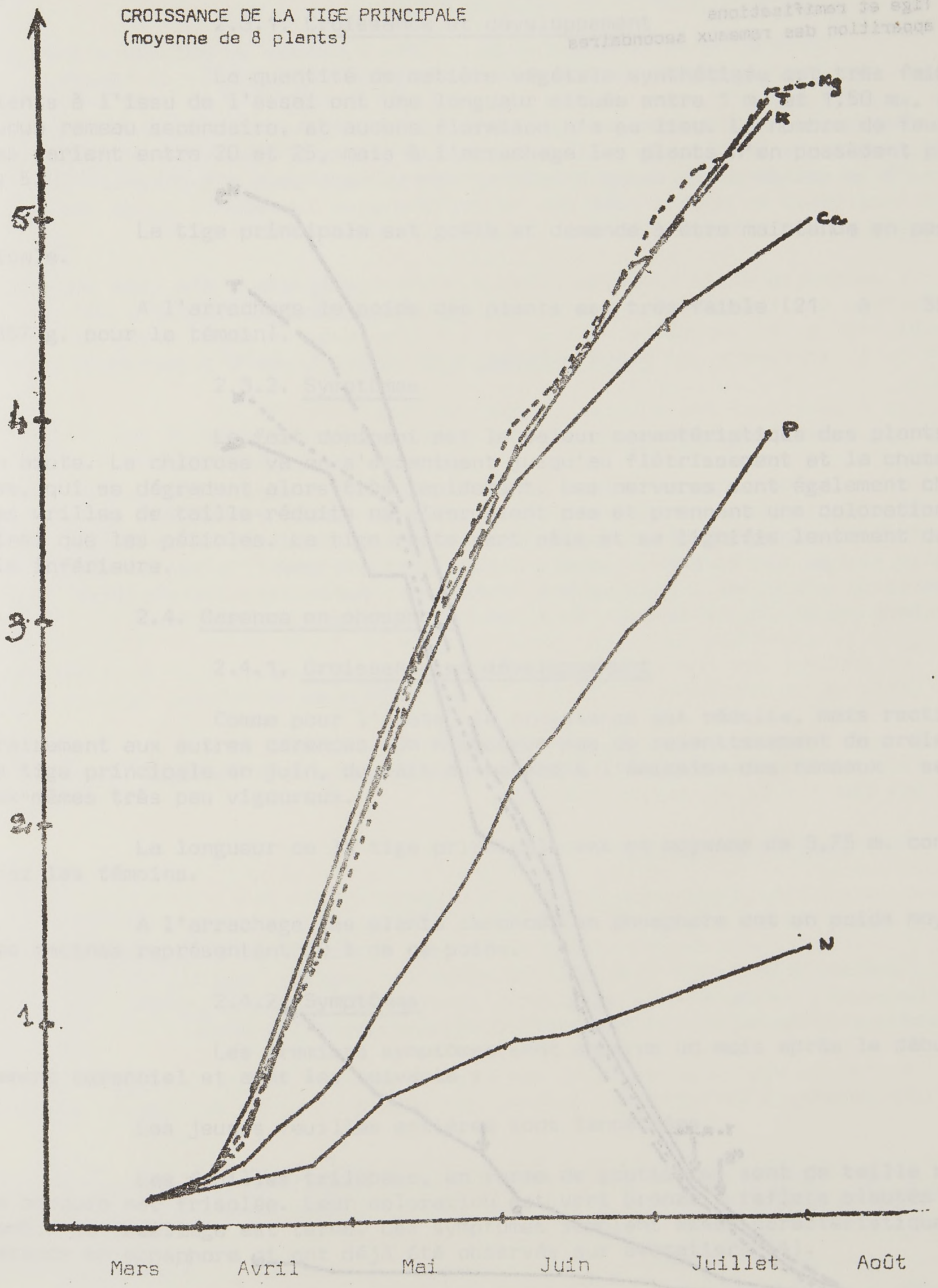
	1	2	3	4	5	6	7	8	Moyenne
Témoin	2,653	2,410	2,895	3,774	2,825	2,260	3,107	3,816	2,967
- N	0,054	0,021	0,034	0,028	0,051	0,059	0,049	0,014	0,388
- P	0,689	0,628	0,914	0,644	0,842	0,803	0,339	0,701	0,695
- K	1,295	1,195	1,232	0,778	1,735	1,055	1,085	1,650	1,253
- Ca	3,145	1,440	2,660	2,025	2,249	2,125	2,425	2,234	2,280
- Mg	1,310	0,965	0,985	1,190	1,710	0,840	0,630	1,580	1,151

Tableau II - Poids récoltés par traitement sur 8 plants

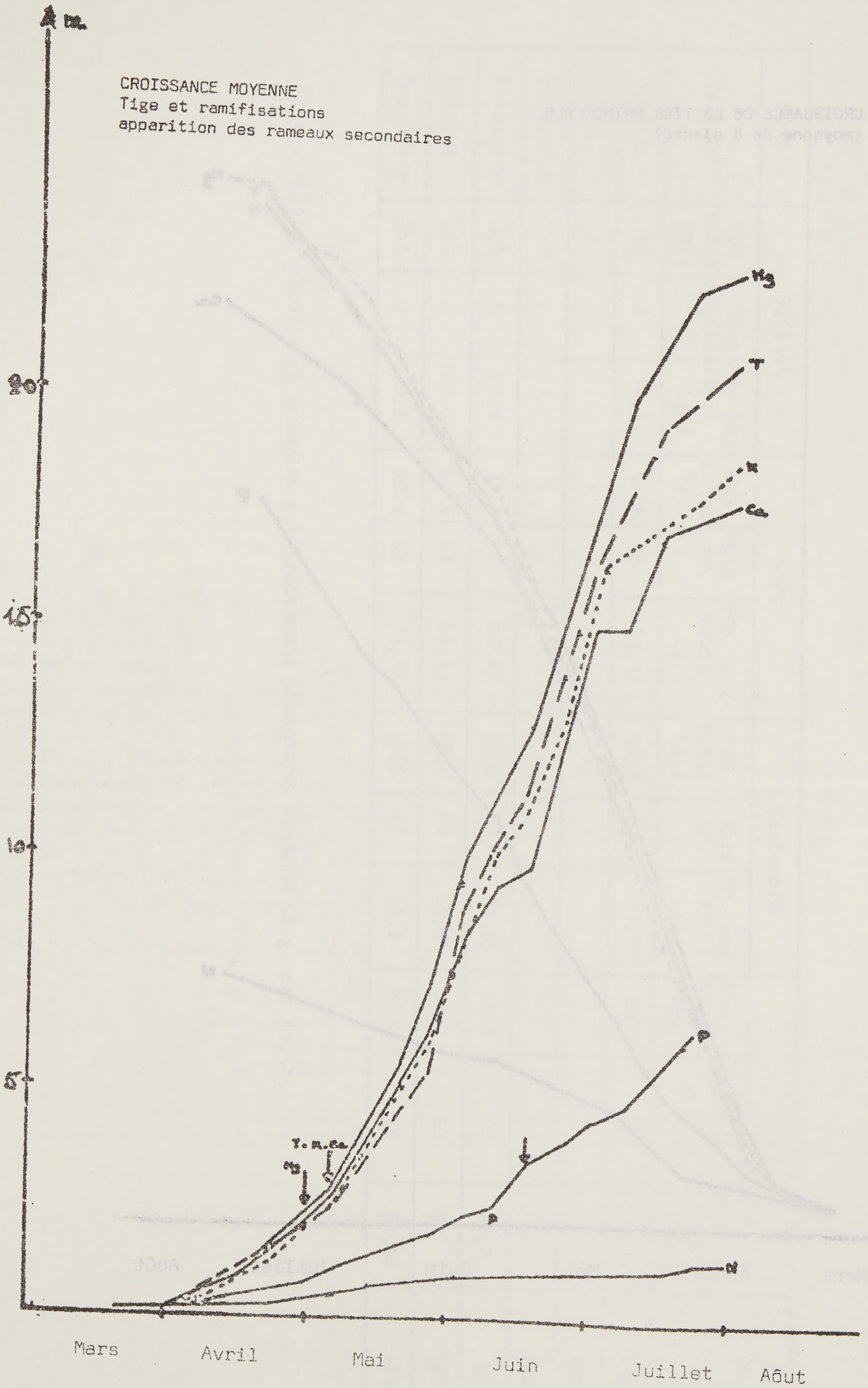
Mois	Juillet			Août			Septembre			Octobre			Total moyen par plant (g.)
Carence	Pds total (g.)	Nbre fruits	Pds moy. fruit (g.)	Pds total (g.)	Nbre fr.	Pds moy. fruit (g.)	Pds total (g.)	Nbre fr.	Pd. moy. fruit (g.)	Pds total (g.)	Nbre fr.	Pd. moy. fruit (g.)	
Témoin	149	2	74,5	5406	65	63,17	4614	63	73,23	8908	121	73,62	2366
Azote	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	néant
Phosphore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	néant
Potassium	308	5	61,6	2158	34	63,47	1056	31	34,06	1105	25	44,2	578
Calcium	841	8	105	5779	93	62,14	4680	85	55,05	3720	62	60	1877
Magnésium	251	3	83,6	4974	58	73,19	2955	49	60,3	3705	56	66,16	1485

Nota : 1661 g. récolté en novembre sur traitement phosphore, moyenne 65 g. par fruit.

CROISSANCE DE LA TIGE PRINCIPALE
(moyenne de 8 plants)



CROISSANCE MOYENNE
Tige et ramifisations
apparition des rameaux secondaires



nant que cette carence soit la première à se manifester et provoque une croissance quasiment nulle.

2.3.1. Croissance et développement

La quantité de matière végétale synthétisée est très faible. Les plants à l'issu de l'essai ont une longueur située entre 1 m. et 1,50 m., n'ont émis aucun rameau secondaire, et aucune floraison n'a eu lieu. Le nombre de feuilles émises varient entre 20 et 25, mais à l'arrachage les plants n'en possèdent plus que 5 ou 5.

La tige principale est grêle et demande à être maintenue en position verticale.

A l'arrachage le poids des plants est très faible (21 à 59 g. contre 2967 g. pour le témoin).

2.3.2. Symptômes

Le fait dominant est le paleur caractéristique des plants carencés en azote. La chlorose va en s'accentuant jusqu'au flétrissement et la chute des feuilles, qui se dégradent alors très rapidement. Les nervures sont également chlorotiques Les vrilles de taille réduite ne s'enroulent pas et prennent une coloration pourpre ainsi que les pétioles. La tige reste vert pâle et se lignifie lentement dans sa partie inférieure.

2.4. Carence en phosphore

2.4.1. Croissance et développement

Comme pour l'azote, la croissance est réduite, mais rectiligne contrairement aux autres carences. On n'observe pas de ralentissement de croissance de la tige principale en juin, du fait du retard à l'émission des rameaux secondaires, eux-mêmes très peu vigoureux.

La longueur de la tige principale est en moyenne de 3,75 m. contre 5,50 chez les témoins.

A l'arrachage les plants carencés en phosphore ont un poids moyen de 695g. les racines représentent 20 % de ce poids.

2.4.2. Symptômes

Les premiers symptômes sont apparus un mois après le début du traitement carenciel et sont les suivants :

Les jeunes feuilles entières sont lancéolées.

Les feuilles trilobées, en forme de gouttière, sont de taille réduits et la bordure est frisolée. Leur coloration est vert bronze à reflets bleutés et l'ensemble du feuillage est terne. Ces symptômes semblent assez caractéristiques de la carence en phosphore et ont déjà été observés sur avocatiers (4).

Les vieilles feuilles se décolorent comme si elles avaient reçu un coup de soleil. Les entre-noeuds ainsi que les pétioles sont courts. Les vrilles grèles et peu enroulées sont comme les pétioles de couleur rouge violacée.

La production est faible : 4 à 5 fruits récoltés par liane, d'un poids moyen de 65 g. cueillis vert tournant, ils ont beaucoup de difficulté à acquérir une couleur jaune uniforme.

2.5. Carence en potasse

2.5.1. Croissance et développement

En moyenne la croissance des plants carancés en potasse a été, tant pour la tige principale que pour les rameaux secondaires, comparable au témoin.

Par contre à l'arrachage les plants carencés pèsent en moyenne 1253 g. contre 2967 g. chez le témoin. Le système racinaire est très développé et peut représenter jusqu'à la moitié de la masse totale du plant. Ceci peut s'expliquer par une défoliation importante au mois d'août qui ne reflète plus le rapport poids des racines-poids de la partie aérienne.

L'intensité de la floraison bien que non quantifiée a été très importante mais la coulure a été très forte, ce qui explique une production faible : 269 g. par plant en août, 132 g. en septembre, 138 g. en octobre, avec un poids moyen de 63,5 g. en août, 34 g. en septembre, 44 g. en octobre. Les fruits tombent précocement ou bien se momifient.

2.5.2. Symptômes

La carence potassique a été la dernière à apparaître vers le 15 juillet, soit quatre mois après le début de l'essai au moment du maximum de floraison Les jeunes feuilles émises à cette époque sont de taille réduite. La couleur de fond est vert pâle et une décoloration jaune s'étend progressivement à partir de la réunion des nervures primaires. Ces symptômes atteignent rapidement les vieilles feuilles qui chutent après que se soient installées des nécroses blanchâtres.

La couleur des fruits, dès la nouaison est vert pâle, leur peau est très épaisse et certains ne contiennent que deux ou trois graines enfermées dans un peu de mucilage.

Sur plusieurs plants, on a pu observer l'émission de rameaux secondaires ne portant que des fleurs et aucune feuille.

2.6. Carence en calcium

2.6.1. Croissance et développement.

La courbe de croissance de la tige principale des plants carencés en calcium s'infléchit à partir du troisième mois. La longueur moyenne de la tige principale est en fin d'expérience de 4,70 m. contre 5,50 chez les témoins. La croissance des rameaux secondaires est également progressivement ralentie.

A l'arrachage le poids moyen des plants est de 2.288 g. avec un système racinaire bien développé et supérieur à celui des plants carencés en potasse et en magnésium.

On assiste rapidement à un raccourcissement important des entre-noeuds à l'extrémité des rameaux. Le tableau ci-dessous donne une idée de cette évolution.

Longueur des entre-noeuds	n° 1	n° 2	n° 3	n° 4	n° 5	n° 6	n° 7	n° 8
entre 1 et 2 mois (cm)	10,10	7,84	11,40	14,66	8,30	12,10	8,15	8,75
entre 4-5 mois (cm)	7,80	3,20	6,60	6,30	5,08	6,10	8,16	7,7

En moyenne les lianes ont produit 720 g. en août, 885 g. en septembre, 465 g. en octobre, mais les fruits sont petits : 55 g.

2.6.2. Symtômes

Les premiers symptômes se sont manifestés début juin sur jeunes feuilles. Les 5 à 6 dernières feuilles des rameaux ont un aspect chlorotique, les nervures ainsi qu'une fine bordure de limbe les entourant restent vertes. L'ensemble du feuillage est vert clair ; les feuilles sont très fines et de taille réduite. Sur les dernières feuilles, le raccourcissement des entre-noeuds donne un aspect de rosette.

Dès la nouaison les fruits sont vert pâle et possèdent une peau très épaisse.

2.7. Carence en Magnésium.

2.7.1. Croissance et développement

La croissance de la tige principale est semblable à celle des plants témoins - Les rameaux secondaires ont une croissance analogue avec peut être un léger avantage pour certains plants carencés.

Malgré une croissance comparable à celle des témoins les quantités de matière synthétisée par les plants carencés restent inférieures d'environ 23 %. Le système racinaire est moyennement développé : 268 g. contre 627 g. et 461 g. pour respectivement les plants carencés en calcium et potassium. La floraison a été normale et la récolte a été la suivante : 620 g. par plant en août, 370 g. en septembre, 460 g. en octobre, avec un poids moyen de 73 g. en août, 60 g. en septembre et 66 g. en octobre.

2.7.2. Symptômes

Les premiers symptômes sont apparus deux mois et demi après plantation. Ils sont typiques de la carence magnésienne et s'observent surtout sur vieilles feuilles.

La carence se signale par une chlorose inter-nervaire débutant sur la bordure des feuilles, gagnant progressivement les espaces inter-nervaires, mais en laissant une bande de limbe parfaitement verte le long des nervures. Cette dernière s'amenuise progressivement vers l'extérieur pour donner le "V" caractéristique de cette carence. Les feuilles se nécrosent ensuite très rapidement en se gaufrant à partir des espaces chlorosés et chutent. Les jeunes feuilles sont très fines et vert-pâle. Le stade extrême de la carence aboutit à une liane dégarnie, ne portant aux extrémités de sa frondaison que quelques jeunes feuilles vert-pâle avec les mêmes décolorations internervaires.

3 - CONCLUSIONS

L'essai de culture hydroponique a permis de montrer que la technique expérimentale utilisée est satisfaisante pour la grenadille. En effet les plants témoins se sont développés normalement, aucune asphyxie racinaire n'a été observée et le chevelu était particulièrement abondant. Cette technique nécessite cependant des apports d'eau importants.

Les symptômes recherchés sont apparus et sont caractéristiques de chacune des carences :

Azote	= chlorose généralisée
Phosphore	= feuilles en gouttière à bordure frisolée et coloration mate.

Potasse = jaunissement grandissant à partir du centre de la feuille de taille réduite ; coulure importante.

Calcium = décoloration internervaire des jaunes feuilles, raccourcissement des entre-noeuds.

Magnésium = apparition du "V" magnésien classique sur vieilles feuilles.

Les traitements carencés en N et P ont fortement perturbé la croissance, moyennement pour la carence en Ca et pratiquement pas pour les carences en K et Mg. Par contre à l'arrachage, l'effet de tous les traitements carenciels se fait ressentir sur le poids total de matière végétale synthétisée.

L'apparition successive des différents symptômes peut donner quelques indications sur les besoins en différents éléments de la plante au cours de son développement =

- besoin de potasse à la floraison ainsi que calcium et magnésium au voisinage de la nouaison.

Le cas du phosphore mérite d'être approfondi ; les besoins seraient très importants pour cet élément dès le début, ou bien, le taux de phosphore observé dans le sol ne concernerait pas le phosphore assimilable.

Dans la pratique il est très rare d'avoir des carences totales en éléments majeurs. Il apparait donc souhaitable de poursuivre cette expérience par des carences partielles provoquées.

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT (B.). - La culture de la grenadille au Kenya. Fruits 29, n° 4, 323-328.

AUBERT (B.). - Précocité de production de la grenadille violette Passiflora edulis SIMS à la Réunion. Perspectives de production. Fruits 30, n° 9, 535-540.

BERTIN (Y.). - La culture de la grenadille au Sri-Lanka (Ceylan). Fruits 31, n° 3, 171-176.

CHARPENTIER (J-M) et MARIN-PREVEL (P.). - Etudes des carences minérales chez l'avocatier. (I). Croissance et symptômes. Fruits 22, n° 5, 213-233.

De LAROUSSILHE (F.). - Productions Guadeloupéennes - SUCRE et FRUITS 8, n° 47, 72 p.

HOAGLAND DR. et ARNON (D.I.). - The water culture. Method for growing plants without soil. Calif. Agric. Exp. Station, Circ. n° 347, 32 p., 1950.

Mc GREGOR et WILLS (21) : Passion fruits and grenadilles. Queesland Agric. J. 79, n°4 205-217.

MALAN (E.F.). - The production of grenadillas. Farming in South Africa, déc. 1953, 407-410.

MARCHAL et BOURDEAULT. - Echantillonnage foliaire de la grenadille. Passiflora edulis SIMS. var "Flavicarpa". Fruits 27, déc. 1972, 307-311.

MERLE (P.). - (46) : La grenadille. - Fruits de Côte d'Ivoire 1965, n° 3, p. 815.